

1-1-2016

Desarrollo de una barra tipo granola a base de harina de grillo *Acheta domesticus* como principal fuente proteica

Dayana Andrea Blanco Miranda
Universidad de La Salle, Bogotá

Daniel Felipe Giraldo Carrillo
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos

Citación recomendada

Blanco Miranda, D. A., & Giraldo Carrillo, D. F. (2016). Desarrollo de una barra tipo granola a base de harina de grillo *Acheta domesticus* como principal fuente proteica. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/65

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería de Alimentos by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**DESARROLLO DE UNA BARRA TIPO GRANOLA A BASE DE HARINA
DE GRILLO *Acheta domesticus* COMO PRINCIPAL FUENTE PROTEICA**

**DAYANA ANDREA BLANCO MIRANDA
DANIEL FELIPE GIRALDO CARRILLO**

**BOGOTÁ D.C., COLOMBIA
2016**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

**DESARROLLO DE UNA BARRA TIPO GRANOLA A BASE DE HARINA
DE GRILLO *Acheta domestica* COMO PRINCIPAL FUENTE PROTEICA**

**DAYANA ANDREA BLANCO MIRANDA
DANIEL FELIPE GIRALDO CARRILLO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO(A) DE ALIMENTOS**

**DIRECTORA:
PhD ÁNGELA MARÍA OTÁLVARO ÁLVAREZ**

**BOGOTÁ D.C., COLOMBIA
2016**

DEDICATORIAS

Quiero dedicar este documento a cada persona que se acuesta con hambre; es para ellos que cientos de personas de la industria de alimentos trabajan sin descanso. Hoy me vuelvo uno de ellos.

Daniel Giraldo

Dedico todo mi esfuerzo a las personas que sin yo esperar nada de ellos me ayudaron en este proceso. A esas personas buenas del diario vivir. Todo el mundo puede ser su mejor versión.

Dayana Blanco

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer principalmente a nuestros padres Aurora y Oscar, Rocio y Dumar, a nuestras familias y amigos, ya que fueron ellos el motor y el apoyo en este pequeño paso hacia el profesionalismo.

A nuestra directora de tesis PhD Ángela Otálvaro principalmente por su paciencia y confianza ante un tema tan inusual.

A toda la planta de la Universidad que alguna vez nos ayudó en el proceso: profesores, laboratoristas, administrativos y directivos.

RESUMEN

En Colombia, la prevalencia de la deficiencia en la ingesta usual de proteínas según el ICBF en el año 2005 fue del 36%, con un incremento para la población mayor de 14 años en las zonas rurales y Sisben 1. El objetivo de este estudio fue desarrollar una barra tipo granola con harina de grillo (*Acheta domesticus*) con características sensoriales agradables que pudiera convertirse en una fuente alternativa de proteína. Su desarrollo involucró la ejecución de tres fases: la primera fue la caracterización de la harina de *Acheta domesticus* y de la granola; la segunda fue el desarrollo y caracterización de doce formulaciones obtenidas mediante un diseño de mezclas tipo vértices extremos, para posteriormente utilizando Optimizaciones Multi-Respuesta (OMR) llegar a dos formulaciones con características superiores; en la tercera fase se realizó la prueba con consumidores CATA. Se obtuvo que la formulación con 50% de granola, 25% de jarabe invertido y 25% de harina de grillo presentó la mejor composición de aminoácidos esenciales respecto al patrón de la FAO y fue la que más se acercó al requerimiento diario de éstos. La formulación de la OMR con 50% de granola, 24,9% de jarabe invertido y 25,1% de harina de grillo, fue similar a la anterior y se ajustó más a los objetivos de maximizar humedad y proteína, minimizar carbohidratos y establecer la fracturabilidad en 9,7N. Esta formulación fue designada por los consumidores como la que contaba con atributos similares a la barra ideal en la prueba CATA y la composición en la caracterización final fue muy similar a las respuestas predichas por el modelo de conveniencia de la OMR. Asimismo, esta barra puede denominarse ‘buena fuente de proteína’ ya que aporta el 16,76% del valor diario recomendado, su porcentaje de humedad cumple con la norma y su porcentaje de carbohidratos totales es menor que el de las barras comerciales.

ÍNDICE

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.3. JUSTIFICACIÓN	12
1.4. DELIMITACIÓN	13
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVO GENERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
3. MARCO DE REFERENCIA.....	15
3.1. MARCO TEÓRICO	15
3.1.1. Insectos comestibles.....	15
3.1.2. <i>Acheta domesticus</i>	19
3.1.3. Barras de cereal	24
3.1.4. Diseño de mezclas	26
3.2. ESTADO DEL ARTE	27
3.3. MARCO LEGAL	30
4. METODOLOGÍA.....	31
4.1. FASE 1: CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE <i>Acheta domesticus</i> Y LOS COMPONENTES DE LA GRANOLA	31
4.1.1. Caracterización de la harina de <i>Acheta domesticus</i>	31
4.1.2. Determinación de humedades de los componentes de la granola	31
4.1.3. Aminoácidos en la harina de <i>Acheta domesticus</i> y los componentes de la granola.....	31
4.2. FASE 2: DESARROLLO, CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS FORMULACIONES PROTOTIPO	32
4.2.1. Diseño experimental.....	32
4.2.2. Calidad proteica de las doce formulaciones	33
4.2.3. Premezcla de granola	33
4.2.4. Elaboración del jarabe invertido	34
4.2.5. Elaboración de las barras.....	34
4.2.6. Caracterización de las barras	35
4.2.7. Selección de las dos barras optimizadas	35
4.3. FASE 3: SELECCIÓN DE LA BARRA TIPO GRANOLA INCORPORANDO HARINA DE <i>Acheta domesticus</i> COMO PRINCIPAL FUENTE PROTEICA CON LAS MEJORES CARACTERISTICAS PARA EL CONSUMIDOR.	36
4.3.1. Pruebas con consumidor.....	36
4.3.2. Caracterización de la barra final.....	38

5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
5.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE <i>Acheta domesticus</i> Y LOS COMPONENTES DE LA GRANOLA.	39
5.1.1.	Análisis proximal de la harina de <i>Acheta domesticus</i>	39
5.1.2.	Humedades de los componentes de la granola.....	40
5.1.3.	Aminoácidos en la harina de <i>Acheta domesticus</i> y los componentes de la granola.....	40
5.2.	DESARROLLO, CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS FORMULACIONES PROTOTIPO	42
5.2.1.	Calidad proteica de las doce formulaciones	42
5.2.2.	Propiedades del jarabe invertido	45
5.2.3.	Caracterización de las barras	45
5.2.4.	Análisis para la selección de las dos barras óptimas	47
5.3.	SELECCIÓN DE LA BARRA TIPO GRANOLA INCORPORANDO HARINA DE <i>Acheta domesticus</i> COMO PRINCIPAL FUENTE PROTEICA CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS PARA EL CONSUMIDOR	54
5.3.1.	Pruebas con consumidor.....	54
5.3.2.	Caracterización de la barra final.....	62
6.	CONCLUSIONES	64
7.	RECOMENDACIONES	66
8.	REFERENCIAS.....	67
8.1.	Trabajos de investigación	67
8.2.	Revistas	67
8.3.	Cibergrafía.....	69
9.	ANEXOS	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Número registrado de especies de insectos comestibles en diferentes países.	16
Figura 2. Porcentaje de participación en el consumo de las 1909 especies de insectos comestibles en el mundo.	17
Figura 3. Cantidad de agua en galones para producir un kilo de proteína de diferentes fuentes. ..	22
Figura 4. Graficas de contorno en modelo cubico de carbohidratos totales (a), proteína (b), humedad (c) y fracturabilidad (d).	51
Figura 5. Grafica de contornos de las Optimizaciones Multi-Respuesta uno (a) y dos (b).	53
Figura 6. Análisis de correspondencia	58
Figura 7. Análisis de coordenadas principales	60
Figura 8. Diferencia sobre la media del producto ideal y los atributos	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición proximal de <i>Acheta domesticus</i> en porcentaje.	20
Tabla 2. Porcentaje de ácidos grasos relevantes de <i>Acheta domesticus</i> en comparación con aceite de soya y aceite de pescado.	21
Tabla 3. Contenido nutricional de algunas barras comerciales en 100g de producto.	25
Tabla 4. Diseño de mezclas para la formulación de la barra.	33
Tabla 5. Composición de la premezcla de granola.	34
Tabla 6. Análisis proximal de la harina de <i>Acheta domesticus</i>	39
Tabla 7. Humedad de los ingredientes de la granola.	40
Tabla 8. Patrón óptimo de aminoácidos esenciales para mayores de tres años y composición de aminoácidos en los ingredientes de la granola, la granola elaborada y la harina de grillo.	41
Tabla 9. Patrón óptimo de aminoácidos esenciales para mayores de tres años y composición de aminoácidos en las doce formulaciones elaboradas del diseño de mezcla.	43
Tabla 10. Requerimientos de aminoácidos esenciales para mayores de dieciocho años y su aporte en las doce formulaciones elaboradas del diseño de mezclas, para un adulto de 60kg consumiendo una barra de 23g al día.	44
Tabla 11. Propiedades del jarabe invertido elaborado	45
Tabla 12. Porcentajes de humedad, proteína y carbohidratos totales de las doce formulaciones elaboradas del diseño de mezclas.	45
Tabla 13. Fuerza de fracturabilidad de las doce formulaciones elaboradas del diseño de mezclas.	46
Tabla 14. Valores R^2 y R^2 ajustado para las cuatro variables de respuesta ajustadas a diferentes modelos.	47
Tabla 15. ANOVA para las variables de respuesta.	48
Tabla 16. Optimización de cada variable de respuesta por separado.	49
Tabla 17. Objetivos y respuestas de las dos Optimizaciones Multi-Respuesta realizadas.	52
Tabla 18. Formulaciones de las dos Optimizaciones Multi-Respuesta de la función de conveniencia.	52
Tabla 19. Respuestas de la prueba sensorial con pregunta abierta.	54
Tabla 20. Atributos para la prueba CATA	55
Tabla 21. Test de Cochran Q.	56
Tabla 22. Tabla de contingencia	57
Tabla 23 Tabla de Correlaciones (Extracto)	59
Tabla 24 Tabla de Correlaciones respecto al agrado.	59
Tabla 25 Resumen del PA.	61
Tabla 26. Análisis proximal de la formulación final seleccionada (OMR1)	62

GLOSARIO

Barras proteicas

Se consideran barras proteicas a los productos alimenticios con un componente proteico superior al valor diario de referencia que se encuentren aglomerados con algún tipo de azúcar, polialcohol o similares y que contiene en sus componentes algún carrier de la proteína ya sea para dar sabor o aportar otros nutrientes como carbohidratos, grasas o vitaminas. Depende su porcentaje de proteína pueden variar de nichos entre las personas que tengan un modo de vida saludable y frecuenten gimnasios o personas con ritmo de vida acelerado que buscan bocadillos que suplan comidas hasta que cuenten con el tiempo de consumir alimentos tradicionales

Diseño de mezclas

El diseño de mezclas es un tipo de superficie de respuestas que se usa cuando los factores experimentales a ser estudiados son ingredientes o componentes de una mezcla cuya función de respuesta típicamente depende sobre las proporciones relativas de cada componente, no de la cantidad absoluta. Puesto que las proporciones deben sumar una cantidad fija, generalmente un 100%, los factores no se pueden variar independientemente sobre algún otro. Consecuentemente, los diseños normalmente usados para investigación y optimización no se pueden aplicar directamente, ni el espacio de coordenadas rectangular es la representación más deseable de la región experimental (Statgraphics, 2006).

Insecto comestible

Insectos que no son tóxicos para el consumo del ser humano y desempeñan una importante función en la alimentación debido a la riqueza de nutrientes. Se consumen más de 1000 especies como alimento, que incluyen huevos, larvas y pupas de Lepidópteros, Coleópteros, Himenópteros (hormigas, abejas, avispas), Dípteros, Isópteros, Odonatos, así como algunos de sus adultos. Además, hay que mencionar a los Ortópteros, Hemípteros, anopluros y Homópteros (cigarras). También se consumen Arácnidos y otros quelicerados (escorpiones). (Arnaldos, García y Presa, 2010)

ABREVIATURAS

AA	Aminoácido
AC	Análisis de correspondencia
AGR	Agricultura y Agroalimentación de Canadá
AOAC	Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales
BBQ	Barbecue
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
CCD	Diseño Compuesto Central
CP	Proteína Cruda
DM	Diseño de Mezclas
EE	Extracto Etéreo
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
EPA	Ácido Eicosapentaenoico
EPPO	Organización Europea y Mediterránea de Protección Fitosanitaria
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FDA	Administración de Alimentos y Medicamentos
GTC	Guía Técnica Colombiana
HACCP	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control
HGE	Harina de garbanzo extruido
HME	Harina de maíz de calidad proteínica extruido
ICBF	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
Ltda	Limitada
MUFA	Ácidos Grasos Monoinsaturados
NFE	Extracto Libre de Nitrógeno
NRC	Consejo Nacional de Investigación
NTC	Norma Técnica Colombiana
OMR	Optimización Multi-Respuesta
PA	Penalty Analysis
PUFA	Ácidos Grasos Poliinsaturados
rADN	Ácido Ribonucleico Ribosomal
RSM	Metodología de Superficie de Respuesta
SFA	Ácidos Grasos Saturados
UE	Union Europea
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
VD	Valor Diario
VE	Vértices Extremos
WHO	Organización Mundial de la Salud

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia, la prevalencia de deficiencia en la ingesta usual de proteínas según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar fue del 36%, con un incremento para la población mayor de 14 años, edades en las que el porcentaje de riesgo alcanza 43,1% en los hombres y 50,1% en las mujeres. La proporción de individuos en riesgo fue mayor en el Sisben 1, con 49,7%, y en el área rural, con 48,5% (ICBF, 2005). En ese sentido, es necesario buscar alternativas que permitan ofrecer a la población fuentes de proteína que puedan estimular su ingesta y una de las alternativas consideradas es el consumo de insectos.

Sin embargo, la gente en la mayoría de los países occidentales ve la entomofagia con sentimientos de disgusto, pues consideran esta práctica como un comportamiento primitivo. La repugnancia hacia los insectos se basa en un juicio moral y juega un papel importante en el rechazo de los alimentos que los contienen (Fessler & Navarette, 2003). Además, este sentimiento de disgusto hacia los insectos tiene sus raíces en la cultura que sin duda tiene un efecto importante en los hábitos alimenticios. Cultura que, bajo la influencia del medio ambiente, la historia, la estructura de la comunidad, la actividad humana, la movilidad y sistemas político-económicos define las reglas en lo que es comestible y lo que no (Huis, Itterbeeck, & Klunder, 2013).

Considerando esta situación y observando que el mercado de las barras tipo granola ha crecido en el país en los últimos años, gracias a la variedad de sabores y presentaciones que las grandes empresas han traído y desarrollado, surge la inquietud por evaluar si el incorporar los insectos dentro de un producto con demostrada aceptación comercial, podría convertirse en una alternativa para fortalecer la ingesta de proteína de la población, utilizando materias primas alternativas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se puede desarrollar una barra tipo granola a base de insectos que permita incrementar la ingesta de proteína en Colombia mientras se ofrece un producto agradable sensorialmente?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La recolección de insectos y su crianza a nivel del hogar o a escala industrial pueden ofrecer importantes oportunidades de subsistencia para las personas ya que éstos pueden ser criados con una inversión mínima y proporcionar ingresos en efectivo a través de su venta. En los países en desarrollo, los miembros más pobres de la sociedad pueden participar en la recolección, el cultivo, el procesamiento y la venta de insectos como ha ocurrido en Tailandia cuyo negocio alcanza los 30 millones de dólares estadounidenses anuales (Asian review, 2015). Estas actividades pueden mejorar directamente la dieta de las comunidades involucradas y hacer más

accesibles los alimentos ricos en proteína a poblaciones que tengan deficiencias en el consumo de ésta, disminuyendo así la prevalencia de la malnutrición.

1.4. DELIMITACIÓN

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó únicamente harina de la especie *Acheta domesticus*, debido a que su contenido de proteína y su fácil acceso respecto a otros productos con insectos, son condiciones adecuadas para realizar este primer acercamiento. Respecto al desarrollo de la barra, se utilizó una premezcla de granola que mantuvo igual el porcentaje de sus componentes para todos los tratamientos, en los cuáles se varió el porcentaje de adición de esta premezcla considerando la cantidad de harina de grillo y jarabe invertido que fueron incorporados. La harina utilizada en este trabajo provino de la empresa JR *Unique Foods Limited Partnership* ubicada en Udon Thani, Tailandia, registrada bajo el código de la FDA y BPM número 8-4-15-41-13-00853.

Respecto a las pruebas fisicoquímicas y de textura, éstas fueron las mismas para todas las formulaciones realizadas. El desarrollo de las barras y las pruebas sensoriales se realizó en la planta piloto de cereales y el laboratorio de química de la Universidad de La Salle.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una barra tipo granola con harina de grillo (*Acheta domesticus*) como principal fuente proteica con características sensoriales agradables.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Desarrollar diferentes formulaciones para la obtención de una barra tipo granola incorporando harina de *Acheta domesticus* mediante herramientas de diseño de mezclas.
- Establecer la mejor formulación a partir de su caracterización fisicoquímica y sensorial

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. MARCO TEÓRICO

3.1.1. Insectos comestibles

A lo largo de la historia los seres humanos han manipulado su entorno natural para una mayor previsibilidad y disponibilidad de los recursos vegetales y animales (Itterbeeck & Huis, 2012). Y aunque se había hablado poco de los insectos comestibles, con el tiempo, arqueólogos encontraron restos de lo que serían “granjas” de cultivo de éstos en diferentes partes del mundo, como lo fueron México, Nueva Guinea y la sabana sub-sahariana; y es que consumir insectos ha sido una forma olvidada en el tiempo, pero vital para que la humanidad pudiera sobrevivir durante largas temporadas, afrontando las inclemencias del clima y la disponibilidad limitada de proteína animal (Sutton, 1995).

Valor nutricional de los insectos

Según la FAO (2013) el valor nutricional de los insectos es altamente dependiente de su variedad y de la etapa de desarrollo en la que se encuentren. Si se trata de insectos que pasan por etapas de metamorfosis es la larva la que puede contener más nutrientes que la forma desarrollada, pero es más fácil el manejo de la especie en el punto más alto de desarrollo que en el estado larvario.

Varios autores han intentado compilar el contenido de nutrientes de los insectos siendo los más prolíficos Rumpold & Schlüter (2011), que han logrado caracterizar y cruzar información de 236 especies dando como resultado valores comparables o superiores a los de la carne de res, cerdo, pollo y pescado, en casi todos los macronutrientes y algunos micronutrientes específicos.

Consumo de insectos en el mundo

La entomofagia es el consumo de insectos por los seres humanos. Ésta se practica en muchos países de todo el mundo, pero principalmente en regiones de Asia, África y América Latina. La ingesta de insectos complementa la dieta de aproximadamente 2.000 millones de personas y se trata de un hábito que siempre ha estado presente en la conducta alimentaria de los seres humanos (FAO, 2013).

Los primeros puestos en consumo de insectos en el mundo se lo llevan los países del sudeste asiático como Tailandia (7500 t/año) y Camboya (800 t/año), esto debido a que empezaron a “cultivar” insectos, principalmente grillos, en granjas que han estandarizado las formas de cultivo, alimentación y recolección hasta lograr consolidar un negocio. Solo en Tailandia esta iniciativa alcanza los 30 millones de dólares estadounidenses anuales en ventas (Marwaan. M, 2015).

Hasta hace poco la entomofagia no había captado la atención de los medios de comunicación, las instituciones de investigación, los chefs y otros miembros de la industria alimentaria, los legisladores y demás organismos que se ocupan de la alimentación humana y animal. Sin embargo, Jongema (2012) en el documento *Edible Insects Future Prospects for Food and Feed Security* de la FAO (2013), llevó a cabo un inventario de todo el mundo utilizando la literatura, incluida la de los países occidentales y las regiones templadas llegando a enumerar 1900 especies de insectos comestibles en todo el mundo.

En éste documento también se presentan estimaciones sobre la cantidad de insectos comestibles encontrados en diferentes lugares: Van Huis (2005) identificó 250 especies en África; Ramos Elorduy et al. (2008) enumeran 549 especies en México (aunque Cerritos de 2009, informó a tan sólo 177 especies en el país); en China, Chen et al. (2009) documentaron 170 especies; Young-Aree y Viwatpanich (2005) reportaron 164 especies en la República Democrática Popular Lao, Myanmar, Tailandia y Vietnam; y Paoletti y Dufour (2005) estimaron que 428 especies se consumen como alimento en la Amazonía, como se puede observar en la figura 1.

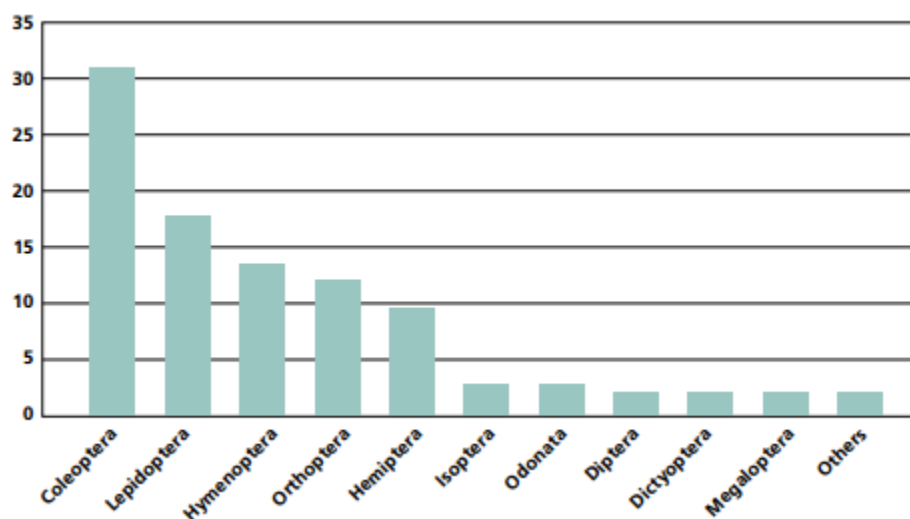
Figura 1. Número registrado de especies de insectos comestibles en diferentes países.



Fuente: Elaborado por FAO (2013), *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. p.9.

En la figura 2 se puede observar que la especie de insecto más consumida en el mundo con un 31% son los escarabajos (Coleoptera). El consumo de orugas (Lepidoptera), especialmente popular en el África subsahariana, se estima en un 18%. Las abejas, avispas y hormigas (Hymenoptera) vienen en tercer lugar con un 14%, estos insectos son especialmente comunes en América Latina. A continuación están los saltamontes, langostas y grillos (Orthoptera) con un 13%, que se consumen principalmente en la etapa de madurez. Cigarras, chicharritas, cochinillas y chinches (Hemiptera) con un 10%. Las termitas (Isoptera) con un 3%. Libélulas (Odonata) igualmente con un 3%. Moscas (Diptera) con un 2% y otras órdenes 5% (FAO, 2013).

Figura 2. Porcentaje de participación en el consumo de las 1909 especies de insectos comestibles en el mundo.



Fuente: Elaborado por FAO (2013), *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. p.10.

Consumo de insectos en Colombia

En Colombia el consumo de insectos no es despreciable para ser un país occidentalizado, esto debido a los resguardos indígenas y comunidades rurales que aún ven la practica como forma de sustento tanto alimenticio como económico. Las comunidades indígenas del Amazonas todavía son conocidas por consumir gusano de la palma y hormigas limoneras con harina de mandioca. Aunque no sea claro el volumen de consumo siempre están presentes en rituales y exposiciones de su cultura en los cascos urbanos en ferias y convenciones.

Diferente es el caso de la *Atta laevigata* mejor conocida como hormiga culona en Colombia, que sólo surge a la superficie especialmente en la zona de Santander entre marzo y abril. Esta predilección por las hormigas santandereanas pasó de los aborígenes a los habitantes actuales de la zona, dándose a conocer este producto no solamente en los municipios, sino en todo el país e incluso internacionalmente; como alimento exótico que se consumen fritas, tostadas y crudas. El tostado reduce los niveles de agua en la hormiga, para que no representen riesgo de fermentación o deterioro, los aceites naturales segregados por las hormigas en el tostado, sumados a la acción de la inmersión en salmuera antes de su cocción, permiten conservarlas en estado óptimo por más de un año, esto seguido a un proceso de fritura que se hace adicionando una pequeña cantidad de mantequilla, aceite, grasa o margarina, y la sal se adiciona al gusto para ser finalmente envasadas en bolsas transparentes de polietileno, en bolsas de papel o recipientes de vidrio opaco debidamente sellados, almacenados a temperatura ambiente (Granados, Acevedo y Guzmán, 2012). Es un producto tan solicitado que puede costar desde los \$45.000 hasta los \$180.000 por libra en época de escasez (Dineroclub.net, 2013).

Productos alimenticios elaborados con insectos

Ya sean productos tradicionales o productos de mediano consumo los insectos comestibles han tomado importancia no tanto como un sustento sino más como “*novelty food*” siendo parte de suvenires tradicionales de países como México, Tailandia o Camboya entre otros, que producidos con el fin de impresionar al consumidor final. Empresas como Thailand Unique han sabido moverse en el negocio de los insectos comestibles con productos como pasta tipo penne rigati cuya base es harina de arroz y harina de gusano de seda, escorpiones cubiertos de chocolate enlatados o pinchos de gusano BBQ. Esto ha impulsado la economía de ese país e incrementan las exportaciones de productos que generalmente van al mundo occidental.

Sánchez et al. (2013) documentaron 150 especies de insectos que se encuentran actualmente disponibles en el mercado en la Organización Europea y Mediterránea de Protección Fitosanitaria (EPPO) y la región de América del Norte. Además, se han analizado los diversos datos relativos a la composición de estos insectos, comparando el contenido de aminoácidos y ácidos grasos de varias especies de insectos con la composición de la soya y harina de pescado como principales fuentes de proteínas para la alimentación animal. Observando que, dependiendo de las especies, los insectos por su perfil específico de aminoácidos, pueden contribuir a la incorporación de aminoácidos limitantes como la histidina, lisina y triptófano (aminoácidos esenciales) en la dieta. De esa manera, los insectos parecen ser una fuente sostenible de proteína con una cantidad, calidad y propiedades nutritivas aceptables. Además el uso de insectos como ingrediente sostenible rico en proteínas en la dieta es técnicamente factible y abre nuevas perspectivas en la alimentación de los animales.

Implicaciones del uso de insectos en productos alimenticios

La Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (2016), publicó el 11 de diciembre de 2015 el nuevo Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2015 relativo a los nuevos alimentos, que será de aplicación a partir del 1 de enero de 2018 en todos los Estados miembros de la Unión Europea. En éste se establece que en la UE, los insectos están incluidos en la definición de «nuevo alimento» como ingredientes alimentarios obtenidos a partir de animales. Las partes de los insectos (como las patas, las alas y la cabeza) también están incluidas en esa definición. La nueva legislación aclara que también entran dentro de la definición de «nuevo alimento» los animales enteros, como los insectos que las personas no hayan consumido en una medida importante en la UE antes del 15 de mayo de 1997 (fecha límite que fija el Reglamento).

Por otra parte, la Comisión Europea solicitó a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) la revisión de los riesgos microbiológicos, químicos y ambientales asociados con el consumo de insectos y su producción para alimentación humana y animal. En respuesta a esta petición, el 8 de octubre de 2015, EFSA hizo pública su opinión sobre el perfil de riesgo en relación con la producción y el consumo de insectos como alimento y pienso. El informe

recomienda iniciar investigaciones en los aspectos que originan incertidumbres debido a la falta de información, tales como consumo humano, consumo animal, bacterias, virus, parásitos, priones, alérgenos, riesgos químicos, impacto del procesado así como impacto medioambiental de los sistemas de producción de insectos.

De otro lado en el documento de debate: “Los marcos regulatorios que influyen en los insectos como alimentos y piensos”, desarrollado por Münke y Halloran (2014), ellos sugerían que la mención de los insectos en los marcos regulatorios que rigen los alimentos y piensos ocurría rara vez; cuando se hablaba de ellos, solían mencionarse por razones de higiene de los alimentos (límites permisibles) o como la alimentación de animales domésticos como los reptiles. Aunque algunos marcos regulatorios se refieren explícitamente a los insectos como alimento humano o animal, hay una cantidad considerable de ambigüedad en el lenguaje de las leyes, reglamentos y decretos que regulan de calidad, etiquetado o transformación en las cadenas de alimentos y piensos.

En cuanto a la especie *Acheta Domesticus*, en Bélgica se establece que los productos a base de estos insectos también deben seguir las buenas prácticas de higiene, trazabilidad, el etiquetado y el establecimiento de un sistema de autocontrol basado en los principios de HACCP. Del mismo modo sugirieron que la inclusión de especies de insectos comestibles recomendados en el *Codex Alimentarius* sería un paso útil en términos de estándares internacionales para la industria. Por otra parte, la adición de especies de insectos comestibles en el *Codex* también ayudaría a los países miembros a desarrollar sus propias normas complementarias. Con este fin se deben desarrollar metodologías y procedimientos de recolección de datos. Los datos estadísticos sobre los insectos comestibles son muy escasos, por lo tanto, es difícil que se desarrollen las normas, especialmente globales.

3.1.2. *Acheta domesticus*

Acheta domesticus o también llamado grillo doméstico es un insecto perteneciente a la familia de los Ortópteros, es nativo del sudeste asiático y según estudios de rADN pudo haber sido introducido a Norte América desde Europa en el siglo XVIII (Ware et al. 1987). Este insecto hemimetábolo completa su ciclo de maduración en 2 meses; los jóvenes alcanzan la adultez en 30 días a 28-30 °C y los adultos pueden vivir de 2 a 3 meses, son omnívoros y autorregulan su población mediante el canibalismo como lo vieron Hardouin y Mahoux (2003). Estos pueden cultivarse en densidades de hasta 2000 grillos por metro cuadrado.

En la tabla 1 se encuentra la composición del grillo *Acheta domesticus* según diferentes autores en las etapas de ninfa y adulto.

Tabla 1. Composición proximal de *Acheta domesticus* en porcentaje.

<i>Etapa</i>	<i>CP</i>	<i>EE</i>	<i>NFE</i>	<i>Cenizas</i>	<i>Referencias</i>
Adulto	66,6	22,1		3,6	Finke (2002)
Adulto	64,9	13,8		5,7	Bernard et al. (1997)
Ninfa	67,2	14,4	3,9	4,8	Finke (2002)

Nota. CP: Proteína Cruda; EE: Extracto Etéreo; and NFE: Extracto Libre de Nitrógeno.

Fuente: Modificado de Sánchez et al. (2013) *Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review*, p.21.

Se observa que ésta especie de grillo contiene un importante porcentaje de proteína cruda, siendo mayor en la etapa de ninfa. En cuanto a las cenizas y el extracto libre de nitrógeno (que comprende en su mayoría a los carbohidratos digeribles), son porcentajes relativamente bajos en comparación con el de la proteína. El extracto etéreo se encuentra en mayor porcentaje en la etapa de adulto, etapa en la cual es más fácil su cosecha y se tiene mayor rendimiento en peso.

En la tabla 2 se encuentra la composición de los ácidos grasos relevantes del grillo *Acheta domesticus*, y su comparación con la de la harina de soya y el aceite de pescado. Se puede observar que en la especie de grillos *Acheta domesticus* el ácido graso saturado en mayor proporción es el palmítico (16: 00), y a su vez las cantidades de éste y el esteárico (18: 00) son mayores que en el aceite de pescado y de soya; por el contrario el ácido graso saturado mirístico (14:00) es mayor en el aceite de pescado. En cuanto a los MUFA, los grillos tienen una cantidad similar aunque mayor de ácido oleico (18: 1n9) que los aceites de soya y pescado, pero en el caso del ácido palmitoléico (16: 01) está más presente en el aceite de pescado. En los PUFA, se observa que los grillos contienen una cantidad considerable mayor de ácido linoleico (18: 2n6), aunque el aceite de soya tiene cantidad similar pero mayor de ácido linoléico (18:3n3); los grillos no contienen los ácidos grasos araquidónico (20:4n6), EPA (20: 5n3) y docosahexaenoico (22: 6n3) que sí están presentes en el aceite de soya, y el ácido dihomo-gamma-linolénico (20:3n6) no está presente en ninguno de los aceites ni en los grillos.

Tabla 2. Porcentaje de ácidos grasos relevantes de *Acheta domesticus* en comparación con aceite de soya y aceite de pescado.

	<i>Etapas</i>	<i>14:00</i>	<i>16:00</i>	<i>18:00</i>	<i>SFA</i>	<i>16:01</i>	<i>18:1n9</i>	<i>MUFA</i>	<i>18:2n6</i>	<i>18:3n3</i>	<i>20:3n6</i>	<i>20:4n6</i>	<i>20:5n3</i>	<i>22:6n3</i>	<i>PUFA</i>	<i>Referencias</i>
Aceite de pescado		3,2	13,5	2,7		9,8	23,7		1,4	0,6		1,6	11,2	12,6		
Aceite de soya		0,1	10,3	3,8		0,2	22,8		51	6,8						NRC (1993)
<i>Acheta domesticus</i>	Adulto	0,6	24,7	9,2	35,6	1,4	24,4	25,8	36,3	1					37,3	Finke (2002)
<i>Acheta domesticus</i>	Ninfa	0,7	21,6	10,3	34,6	1,1	22,7	23,8	39	1,4					40,4	

Nota. SFA: Ácidos Grasos Saturados, MUFA: Ácidos Grasos Monoinsaturados y PUFA: Ácidos Grasos Poliinsaturados.

Fuente: Modificado de Sánchez et al. (2013) *Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review*. p.23.

Uso de los grillos en el desarrollo de diferentes productos

Debido a la relación entre la facilidad de cultivo, el porcentaje de proteína obtenido y su sabor neutral, los ortópteros (grillos) son la elección principal para ser materia prima de productos a base de insectos, no solo en el sudeste asiático sino en otras partes del mundo. En México, la empresa Brounchis Natural produce snacks a base de grillos o “chapulines” saborizados con chile, ajo y en presentaciones mezcladas con maní; para esto, los grillos son horneados o freídos hasta alcanzar la textura deseada y cubiertos con los condimentos antes mencionados, actividad que según la empresa les confiere un sabor gourmet destacado. En el sudeste asiático también son consumidos insectos saborizados tanto en presentaciones saladas como dulces siendo más apetecidos como ingrediente crocante en enrollados y frituras. La empresa Hotlix ubicada en Estados Unidos es conocida por sus chupetas de caramelo duro con grillos dentro asemejando un insecto de la prehistoria preservado en ámbar (Hotlix, 2016). Aunque estos productos son medianamente consumidos, la harina de grillo es la materia prima más deseada en esta industria de alimentos insurgente.

Harina de grillo

La harina de grillos en productos de consumo humano se está volviendo tendencia desde hace unos años ya que se ha empezado a procesar en mediana escala. Sobre varios productos cabe destacar las malteadas proteicas que la cadena de hamburguesas estadounidense Wayback burgers está elaborando con harina de grillos; bebida que contiene una carga proteica de 24 g de proteína en un vaso de 20 onzas con sabores como Oreo o carne seca y chocolate (Wayback Burgers, 2015).

La harina de grillo también está siendo comercializada como premezcla de galletas, brownies y pasteles mezclada con harina de trigo y saborizantes por empresas como Bitty en Estados Unidos; su estrategia de mercado ha estado encaminada a vender los grillos enfocados en su cualidad de alimento sostenible como lo muestran en la figura 3.

Figura 3. Cantidad de agua en galones para producir un kilo de proteína de diferentes fuentes.



Fuente: Elaborado por Bitty (2016)

Como se puede observar, el cultivo de grillos es mucho más eficiente en cuanto a gasto de agua respecto a otras fuentes de proteína más consumidas. La producción de carne de res es la que mayor consumo de agua requiere, con 2500 galones se produce 1kg de proteína, mientras que para producir la misma cantidad de grillos solamente se necesita 1 galón de agua.

Existen marcas que han estado usando la harina de grillo en forma de barras proteicas sin cereales para reducir la cantidad de carbohidratos compuestos, el caso de Exo y Chapul, dos empresas americanas que mezclan la materia prima de interés con mantequilla de mani, almendras o mermeladas de frutas junto a algunos frutos secos y cacao.

El rubro de las barras de cereal tipo granola y la harina de grillo no se ha desarrollado intensamente aunque es una matriz que ha tomado mucho del mercado de los snacks y es la alternativa de cualquier persona sin espacios definidos para alimentarse.

Chávez y Ubidia (2015) desarrollaron un estudio para establecer el porcentaje adecuado de sustitución de harina de pescado por harina de grillo común (*Acheta domestica*) en la dieta de alevines de dos líneas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). En dicho estudio se obtuvo harina de grillo común (*Acheta domestica*) y se realizó la valoración de sus características físico-químicas. Para la elaboración de esta harina, una vez adquiridos los grillos en la granja SARgrillo se procedió al sacrificio con agua a 60 °C por 30s y luego un shock térmico con agua al ambiente a 13°C. Se tamizó el producto para retirar el exceso de agua, se colocó en un desecador a 50 °C por 60 h, una vez comprobada la pérdida del 70% de humedad, se procedió a moler en el molino ultra centrífugo con grosor de partícula de 0,5 mm y se almacenó el producto en congelación (Nakagaki, Sunde, & DeFoliart, 1987).

En la caracterización de la harina que estos autores elaboraron, se encontró que ésta tenía, leucina 9,33; ácido glutámico 7,77; tirosina 6,93; histidina 3,74; lisina 2,90; treonina 2,85 y metionina 0,55 en gAA/100g. El porcentaje de éste último se consideró deficiente y al comparar este valor con el 1,80% de harina de pescado, se confirma que la harina de grillo es deficiente en metionina.

Los resultados del análisis bromatológico proximal en porcentaje fueron de 51,81% de proteína verdadera, 19,8% grasas verdaderas, 4,24% cenizas y 7,37% de fibra. Los resultados obtenidos para ácidos grasos en mg/g son de 2,07 de omega 3; 51,28 de omega 6; 45,83 de saturados; 114,57 de insaturados; 61,22 de mono-insaturados y 53,35 de poli-insaturados. De ese modo se estableció que la harina de grillo presentó contenidos nutricionales semejantes a los de la harina de pescado, principalmente en cuanto a proteína.

3.1.3. Barras de cereal

“Las barras de cereales son productos relativamente nuevos de gran aceptación general y difusión, siendo percibidos como alimentos saludables y hasta funcionales por la incorporación en su formulación de distintas variedades de granos enteros” (Olivera, Giacomino, Pellegrino y Sambucetti, 2015).

Según Estévez, Escobar y Ugarte (2000), una barra de cereales estándar contiene una base de avena triturada, miel, aceite de soya, trigo entero, cebada triturada, triticale triturado, coco seco sin dulzor, láminas de arroz entero, suero de leche deslactosado y saborizante de malta; además pueden utilizarse cereales expandidos, diversas frutas y nueces y como agentes ligantes, edulcorantes naturales o materias grasas.

Como indica Escobar et al. (1998) en la investigación de Dávila (2007), en los últimos años, las barras alimentarias a base de cereales son uno de los productos de mayor aceptación en diferentes grupos de edades. Existen barras altas en proteína diseñadas para atletas o deportistas de alto rendimiento. También están las barras altas en fibra recomendadas para evitar el estreñimiento y reducir o mejorar los niveles de colesterol y triglicéridos en adultos.

Proteína en la barra

Fernández y Fariño (2011), mencionaron que las barras nutricionales son productos especialmente diseñados para contribuir a optimizar el rendimiento físico y proporcionar energía debido a que la granola es un alimento sumamente nutritivo, aporta al organismo una gran cantidad de carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales, indispensables para el óptimo funcionamiento del cuerpo. En éste mismo estudio también indican que en general, las barras de cereales contribuyen de 20 a 33% del consumo de proteínas que se recomienda para la primera comida y el porcentaje de proteínas en las barras comúnmente varía entre 3 - 6%. Los autores desarrollaron una barra con 3,82% de proteína que es equivalente o superior al contenido proteico de la leche líquida según Norma INEN 0010:09, lo cual se lo podría considerar como un alimento nutritivo para los niños.

Olivera et al. (2015) en trabajos recientes mostraron que en la mayoría de los productos comerciales el promedio del contenido de proteínas es de tan sólo 5,5%, y su calidad proteica sería pobre en la medida que proviene principalmente de cereales (arroz, avena, maíz). En su investigación lograron realizar una barra de cereal con 15,7% de proteína, muy superior al promedio, teniendo como principal fuente de proteínas de buena calidad nutricional la ovoalbúmina, ya que su alto contenido en lisina permitiría la posible complementación de las proteínas de cereales deficientes en este aminoácido esencial.

Dávila (2007) indica que el contenido de proteína de algunas barras comerciales elaboradas a base de trigo y suero de leche varía de 3,5 a 11,9g/100g, como se puede observar en la tabla 3. En

éste estudio, la autora elaboró 4 barras a base de combinaciones de cereal (amaranto y avena)-leguminosa (soya y fríjol), con un contenido promedio de proteína de 15,9%.

Tabla 3. Contenido nutricional de algunas barras comerciales en 100g de producto.

	<i>Valor Calorico (kCal)</i>	<i>Hidratos de carbono (g)</i>	<i>Proteínas (g)</i>	<i>Fibra (g)</i>	<i>Grasas (g)</i>
All Bran natural	400	52,5	7,5	16,2	17,5
All Bran cosecha frutal	384	48	7,6	15,3	17,9
NutriGrain manzana	358	69	5,1	2,5	7,6
Nutri Grain frutos tropicales	392	75	3,5	3,5	7,1
NutriDia linaza	447	50	10,5	9,2	23,6
NutriDia amaranto yoghurt	392	64	7,1	12,5	12,5
Zucaritas	428	76	4,7	--	9,5
Choco Krispis	368	78	5,2	--	5,2
Froot Loops	444	72	5,5	--	13,8
Special K vainilla	409	72	9,0	2,2	6,8
Special K naranja	375	66	4,1	4,1	8,3
Bran Frut manzana	410	75	5,2	3,2	15,2
Bran Frut piña	401	65	5,2	3,2	15,2
Multigrano linaza	454	65	9,2	8,5	22,1
Multigrano nuez	491	58	8,5	5,8	14,7
Doble fibra ciruela pasa	395	61	8,5	19,7	13
Doble fibra chocolate	407	50	8,5	19,7	13
Plus vita	404	65	7,2	0,9	14,5
Plus vita frutos del bosque	436	73	7,7	8,6	12,2
Natura almendras	476	61	11,9	4,7	19,0
Natura avena	476	64	11,9	4,7	19,0
Fruty snack	324	64	4	6,4	5,6

Fuente: Elaborado por Dávila, (2007, Noviembre), *Elaboración de una barra alimentaria rica en Proteína, Fibra y Antioxidantes*. p.40.

Mercado de las barras

Según la revista NutraSolutions del 2004 al 2014 el mercado de las barras de cereal ha aumentado 50% en Estados Unidos siendo el sector de los adultos el que aumento su consumo de estos productos un 11%. En el Reino Unido para el 2017 se espera que el mercado de las barras de cereal supere el umbral del billón de dólares y continúe creciendo en diversos submercados de las barras, entre ellos las de 100 calorías o menos, de proteína, reemplazo de la carne y de sabores y mezclas especiales (AGR, 2014)

En un estudio de mercado realizado por Sicex para Prochile sede Bogotá en 2009, en Latinoamérica el mercado de las barras se está desarrollando a un paso menos acelerado pero constante donde muchos países entre ellos Colombia realizan importaciones de estos productos hasta por 20 millones de dólares siendo el principal país de origen Chile seguido por Argentina y México.

En el mismo estudio resaltan que al no haber estaciones ni épocas del año diferenciadas los productos son consumidos en cualquier momento siendo Bogotá la ciudad que mayor consume el producto sin diferenciar estrato socioeconómico con un consumidor objetivo niños entre 6 y 16 años; todo esto debido a la facilidad en el manejo que tienen los productos y a unos canales de distribución amplios.

3.1.4. Diseño de mezclas

Un diseño de mezclas se utiliza cuando los factores experimentales a ser estudiados son ingredientes o componentes de una mezcla, entonces la función de la variable de respuesta depende de las proporciones relativas de cada componente, no de la cantidad absoluta (Statgraphics 2006). Debido a que las proporciones deben sumar una cantidad fija (generalmente un 100%), en este diseño, los factores no se pueden variar independientemente sobre los otros.

Para aplicar este diseño, se debe tener claro el número de componentes X que se pueden variar de corrida a corrida, o mantener constantes. El número de componentes está en un rango de 2 hasta 12. Se deben definir los límites mínimo y máximo que se requiere de cada componente en la mezcla y el total que éstos deben sumar siempre. Las especificaciones de los componentes pueden hacerse con cualquier unidad conveniente, tal como porcentajes, proporciones, pesos, etc.

También se debe especificar la variable de respuesta, es decir el parámetro que se va a medir a cada formulación para definir el comportamiento de éste respecto a la variación de los componentes de la mezcla.

Hay diferentes tipos de diseños de mezclas dependiendo del número de componentes y la naturaleza de cualquier restricción impuesta. Estos son:

- Simplex-Lattice: Es un conjunto de puntos uniformemente espaciados sobre un simplex, donde el simplex es una figura con q (número de componentes) vértices en $q-1$ dimensiones (e.j., un triángulo en un espacio bi-dimensional).
- Simplex-Centroide: Este diseño consiste en $2q-1$ corridas en todas las mezclas primarias, mezclas binarias, mezclas terciarias, etc., hasta el diseño centroide.
- Vértices Extremos: Es un diseño que consiste en una corrida por cada vértice de la región factible. Este diseño siempre está disponible, caso contrario de los diseños simplex-lattice y simplex-centroide que no están disponibles cuando los límites inferior y superior existentes se restrinjan sobre los componentes y el espacio del diseño no forme un simplex regular.
- Especificado por el usuario: En el software Stappgraphics® también se permite que las columnas sean creadas en la base de datos para cada componente y la variable respuesta, pero que el usuario sea quien define las corridas a ser desarrolladas.

En cuanto al análisis de los datos de la variable de respuesta, el comportamiento de éstos se puede ajustar a varios modelos como el modelo lineal que consta de términos de primer orden para cada uno de los componentes, el modelo cuadrático agrega productos cruzados entre pares de componentes, el modelo cúbico especial añade términos que implican productos de tres componentes y el modelo cúbico añade otros términos de tercer orden.

Después del análisis de datos y la selección del modelo adecuado para el comportamiento de los datos, se puede hacer una optimización, en la cual el programa encuentra la formulación más adecuada para los requerimientos de la variable de respuesta que el usuario especifique (ya sea maximizar, minimizar o ajustar a un valor), según el comportamiento de los datos. En el caso de que se tenga más de una variable de respuesta, se puede realizar una Optimización Multi-Respuesta (OMR), que permite hallar la mejor formulación según los requerimientos de cada variable de respuesta y el comportamiento de sus datos en los modelos ajustados para cada una de estas.

3.2. ESTADO DEL ARTE

Cultivo de los grillos en Colombia

Giraldo (2015) realizó un primer acercamiento elaborando barras tipo granola con harina de *Acheta domesticus* como principal fuente proteica en Colombia; para esto se contactó a un proveedor de alimento vivo para mascotas, el cual le proporcionó alrededor de 300 grillos que durante 3 meses fueron cultivados en recipientes plásticos hasta triplicar su población. Los grillos eran alimentados con material vegetal (zanahoria y lechuga), concentrado para pollos y agua; su investigación determinó que los requerimientos de espacio para el cultivo eran mínimos, al igual que de alimentos. De otro lado, al ser una especie que se ha esparcido por todo el mundo, las temperaturas de Bogotá no afectaron su crecimiento o reproducción siempre y cuando tuvieran al menos unas horas de luz natural o artificial. Para la reproducción de los grillos, el autor dispuso

en las noches de pequeñas cajas con tierra húmeda donde las hembras depositaban los huevos y se sacaban a otro recipiente hasta que eclosionaran. Al final del acercamiento se contaba con 4 recipientes con grillos en diferentes etapas de crecimiento.

Diseño de mezclas de productos considerados buena fuente de proteína

Gutiérrez et al. (2008) realizaron un estudio que tuvo tres objetivos: 1) determinar la mejor combinación de harina de maíz de calidad proteínica extruido (HME) y harina de garbanzo extruido (HGE) para producir un alimento para niños de alta calidad proteínica y elevada aceptabilidad sensorial, 2) formular el alimento infantil tipo atole a partir de la mezcla HME/HGE optimizada, y 3) evaluar las propiedades nutricionales de la mezcla HME/HGE optimizada y del alimento. Se aplicó la metodología de superficie de respuesta para determinar la combinación óptima HME/HGE. La mejor combinación HME/HGE fue 21,2:78,8%; esta mezcla tuvo contenidos (en materia seca) de 20,07% de proteína, 5,70% de lípidos y 71,14% de carbohidratos; su perfil de aminoácidos esenciales cubrió satisfactoriamente los requerimientos para niños de 2-5 años de edad recomendados por FAO/WHO, excepto para triptófano. El alimento infantil tipo atole derivado de esta mezcla tuvo un contenido de proteína de 4,52%, que es 14,4% de la energía del alimento, adecuado para un alimento para niños. Cada 100 g de alimento infantil aportan 6,3-12,6% y 23,8-34,8% del requerimiento diario de energía y proteína para niños y niñas de 1-8 años de edad. El alimento infantil tuvo 62,1% de digestibilidad de la proteína *in vitro*, relación de eficiencia proteínica calculada de 1,93 y calificación entre "me gusta mucho" y "me gusta extremadamente" en una prueba hedónica para aceptabilidad general. Este alimento podría utilizarse como alimento soporte del crecimiento infantil.

Nadeem et al. (2012) diseñaron un proyecto para producir una barra de dátíl nutritiva de valor comercial, especialmente para los niños que van a la escuela para cumplir con las necesidades de desarrollo del cuerpo. El nivel de proteína de las barras de dátíl se optimizó con el uso de la metodología de superficie de respuesta (RSM). Se utilizaron fuentes económicas y poco utilizadas, como concentrado de proteína de suero y aislados proteicos de arveja para la suplementación de proteína. Se produjeron catorce tratamientos de barra de dátíl usando un diseño compuesto central (CCD) con 2 variables y 3 niveles para cada variable. Se analizó el perfil nutricional de las barras de dátíl. La composición proximal reveló que la adición de concentrado de proteína de suero de leche y aislados proteicos de arveja mejoraron el perfil nutricional de las barras. El nivel de proteínas, la textura y el sabor se mejoraron considerablemente mediante la incorporación de 6,05% de concentrado de proteína de suero y aislados proteicos de arveja de 4,35% en la barra sin afectar ninguna característica sensorial durante el almacenamiento. La metodología de superficie de respuesta se observó como una herramienta económica y eficaz para optimizar el nivel de ingredientes y discriminar los efectos interactivos de las variables independientes.

Caracterización barras de cereal y productos elaborados con insectos

Borjas Mendoza (2012), realizó una investigación en donde se determinó el efecto de diferentes concentraciones de polen y del uso de miel en el desarrollo de una barra de cereal para niños en etapa escolar, con tres tratamientos (5% polen, 10% polen y una barra comercial), dos medidas repetidas en el tiempo (1 y 7 días luego de procesadas) y tres repeticiones de análisis físicos (color y textura). Además se realizó un análisis sensorial con la modalidad de grupos focales en tres sesiones donde los panelistas fueron niños escolares (7-12 años de edad). El tratamiento con 10% polen fue el más aceptado por los escolares de acuerdo a los atributos sensoriales, calificándolo como sabroso y delicioso. En los análisis de color, los tratamientos con 5 y 10% polen fueron diferentes significativamente ($P<0,05$) en comparación con el testigo y fueron afectados por el tiempo, siendo más oscuro, rojo y amarillo entre mayor cantidad de polen tuviera. La dureza de fractura, trabajo para atravesar todo el producto y crocancia (número de fracturas) de los tres tratamientos se mantuvo estable a través del tiempo, existiendo diferencia significativa ($P<0,05$), obteniendo mayor dureza y trabajo con el testigo y disminuyendo entre menor cantidad de polen, igualmente para fracturas aunque el testigo fue el de la menor medición.

Caparros et al. (2016) realizaron una encuesta sobre la percepción de la entomofagia y pruebas hedónicas para evaluar el nivel de agrado sensorial de hamburguesas híbridas a base de insectos (de carne de res, lentejas, harina de gusanos y carne de res, harina de gusanos y lentejas). El gusto general de los participantes de las cuatro hamburguesas difirió entre los géneros y estuvo influenciado por la apariencia y el sabor de hamburguesas. Las mujeres prefieren claramente el aspecto de la hamburguesa de carne de res, mientras que los hombres prefieren la apariencia de la hamburguesa a base de carne de res e insectos. En cuanto al sabor de la hamburguesa a base de insectos, los participantes (hombres y mujeres) lo calificaron de forma intermedia, entre la de la carne de res y la de lentejas, con una preferencia por la hamburguesa a base de harina de gusano y carne de res. Los resultados también mostraron que las personas con experiencia en entomofagia eran limitadas, pero éstas dieron puntuaciones más altas a nivel global a todas las preparaciones. Estableciendo que las sesiones de pruebas de insectos son importantes para disminuir la neofobia de alimentos, ya que animan a la gente a "dar el primer paso" y familiarizarse con la entomofagia. Sin embargo, la integración de insectos en la cultura de la comida occidental implicará una fase de transición con insectos incorporados picados o en polvo en las preparaciones listas para el consumo, ya que la gente no está lista para añadir insectos a sus dietas en "forma entera".

3.3. MARCO LEGAL

Resolución 2674 de 2013

El Ministerio de Salud y Protección Social establece los requisitos sanitarios de cumplimiento en las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos y materias primas.

NTC 3749. Productos de Molinería. Cereales Listos para el Desayuno.

En donde se definen cereales listos para el desayuno como productos de textura frágil y/o crujiente, de figuras o formas variables, obtenidos a partir de cereales y sus derivados, sometidos a uno o más de los siguientes procesos: cocción, extrusión, secado, laminado, horneado, recubiertos o no, con adición de vitaminas y minerales y otros ingredientes. También indica que los cereales listos para el desayuno deben ser productos de textura frágil y/o crujiente con olor y sabor característico. Los requisitos fisicoquímicos son: humedad máximo 6% (m/m); proteína x 5,7 mínimo 3,5% (m/m) y cenizas máximo 5% (m/m). Las determinaciones de estos tres compuestos se efectúan de acuerdo con lo indicado en la GTC 1.

Resolución 333 de 2013

Establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. Deberán declararse obligatoriamente en la tabla nutricional: El valor energético, proteína, grasa total, grasa saturada, carbohidratos y fibra dietaria, deben expresarse en gramos por porción del alimento y en porcentaje del valor de referencia (%VD). El porcentaje de Valor Diario (%VD) para proteína puede ser omitido, excepto cuando se haga una declaración de propiedad nutricional relacionada con la proteína o se trate de un alimento para niños menores de 4 años.

Ésta resolución también establece la declaración ‘Buena fuente de’: por porción declarada en la etiqueta el alimento contiene 10% al 19% del valor de referencia de uno o más nutrientes. El valor diario de referencia de proteína para niños mayores de 4 años y adultos es de 50 g. Los alimentos que cumplan con el descriptor “buena fuente de”, también podrán utilizar los siguientes sinónimos: “proporciona”, “fuente”, “contiene” o “con”.

4. METODOLOGÍA

El desarrollo de este trabajo involucra la ejecución de tres fases: caracterización de las materias primas; desarrollo, caracterización y optimización de formulaciones prototipo y selección de la barra buena fuente de proteína con las mejores características para el consumidor.

4.1. FASE 1: CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE *Acheta domesticus* Y LOS COMPONENTES DE LA GRANOLA

4.1.1. Caracterización de la harina de *Acheta domesticus*

La harina de *Acheta domesticus* utilizada en este trabajo se importó de la empresa JR Unique Foods Limited Partnership ubicada en Udon Thani, Tailandia. Ésta harina fue caracterizada en el laboratorio externo Instrumental Service Ltda., en donde se le practicó un análisis proximal que comprende las siguientes pruebas:

- Cuantificación de proteína cruda por el método AOAC 2001.11 (Kjeldahl).
- Carbohidratos totales por diferencia del análisis proximal.

Adicionalmente en los laboratorios de la Universidad de La Salle, se hizo la determinación de humedad con una muestra de 2 g de material, por termobalanza a una temperatura de 110°C durante 15 min.

4.1.2. Determinación de humedades de los componentes de la granola

Los componentes de la granola fueron adquiridos en un establecimiento especializado en insumos para alimentos que contaba con la ficha técnica de cada producto.

Antes de elaborar la premezcla de la granola, se midió la humedad de cada uno de sus componentes mediante termobalanza a una temperatura de 110°C durante 15 min, con el fin de realizar la comparación con las humedades declaradas en las respectivas fichas técnicas y las registradas en el laboratorio.

4.1.3. Aminoácidos en la harina de *Acheta domesticus* y los componentes de la granola

Respecto a la información que concierne a la presencia y la cantidad de aminoácidos en la harina de *Acheta domesticus* y los ingredientes de la granola, esta información se extrajo de artículos relacionados al tema de la investigación; éstos valores se compararon con el patrón óptimo de aminoácidos esenciales por gramo de proteína recomendado por la FAO siguiendo la metodología de Young (1991) para determinar si la harina de grillos, podría ser considerada un

buen complemento para la granola elaborada en cuanto a la calidad proteica, para el desarrollo de las barras.

4.2. FASE 2: DESARROLLO, CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS FORMULACIONES PROTOTIPO

Para establecer las dos mejores formulaciones, se partió de un diseño de mezclas obtenido en el software Statgraphics® que sugirió la elaboración de doce formulaciones prototipo, que fueron caracterizadas generando información para el proceso de optimización mediante Optimización Multi-Respuesta (OMR) en el mismo software.

4.2.1. Diseño experimental

En este caso, se realizó un análisis de optimización aplicando un diseño de mezclas (DM) tipo vértices extremos (VE). El DM fue escogido ya que a diferencia de los diseños de superficie de respuesta que suelen estar enfocados a la cantidad de los componentes sin importar su cantidad final, el DM permite que cada componente este en proporciones de 0 a 100 siempre y cuando la suma de sus componentes (q) complete el 100%; característica deseada en la formulación de un producto.

Además, se ha escogido el modelo matemático VE para poder obtener de las respuestas una función polinómica que ayude a entender el comportamiento de los componentes y su posible optimización con solo puntos en el contorno del simplex y el centro teniendo en cuenta los valores mínimos y máximos de cada ‘q’ a los que se han restringido.

Las variables de entrada consideradas en el diseño fueron cantidad de harina (%), cantidad de jarabe invertido (%) y cantidad de granola (%) distribuidas en once mezclas y un duplicado del punto central, para propósitos del diseño como se puede observar en la tabla 4. La cantidad de formulaciones del diseño de experimentos y los respectivos porcentajes de los tres componentes, se generaron en el software estadístico Statgraphics®, teniendo en cuenta los límites mínimos y máximos de los componentes.

Los límites mínimos y máximos de los componentes fueron definidos de la siguiente manera:

- Harina de grillo: el límite mínimo corresponde a un 25% de harina (que aporta 67,8% de proteína) para que junto a la proteína aportada por la granola (13,5% de proteína) se lograra un aporte proteico de 5,3g por porción (23 g) que corresponden el 10% del valor diario de referencia; y el límite máximo fue definido en 60% de harina que junto a la granola aportaría 9,8g de proteína por porción que corresponde al 19% del valor diario de referencia. Estos límites cumplen con la leyenda de “buena fuente de” de la Resolución 333 de 2013.

- Jarabe invertido: los límites de jarabe invertido fueron definidos en pre experimentaciones ya que el 20% esta es la cantidad más baja para que el producto aglomere y valores mayores de 40% dan como resultado barras muy dulces y duras (Giraldo, 2015).
- Premezcla de granola: el límite mínimo se fijó en 25%, como lo indica el *Codex Alimentarius* (2006) para los alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños pequeños, y el límite máximo se definió en el 50% por diferencia por balance de masa.

Tabla 4. Diseño de mezclas para la formulación de la barra.

<i>Ensayo</i>	<i>Harina (%)</i>	<i>Jarabe invertido (%)</i>	<i>Premezcla de Granola (%)</i>
1	25	40	35
2	55	20	25
3	25	25	50
4	30	20	50
5	35	40	25
6*	34	29	37
7	29,5	34,5	36
8	44,5	24,5	31
9	29,5	27	43,5
10	32	24,5	43,5
11	34,5	34,5	31
12*	34	29	37

4.2.2. Calidad proteica de las doce formulaciones

Teniendo en cuenta las proporciones de los componentes de las doce formulaciones del diseño de mezclas, se estableció de modo teórico el contenido de aminoácidos esenciales de las mismas teniendo en cuenta el contenido teórico de aminoácidos esenciales en la harina de *Acheta domesticus* y la granola, para así compararlas respecto al patrón óptimo de aminoácidos esenciales por gramo de proteína y al requerimiento diario de aminoácidos esenciales, ambos recomendados por la FAO. Esto para determinar si es posible utilizando esta materia prima, resolver el problema planteado en cuanto a deficiencia de proteínas y aminoácidos de la población y determinar la calidad proteica de las barras.

4.2.3. Premezcla de granola

Se partió del trabajo sobre la elaboración de una barra incluyendo mezcla de granola, desarrollado por Contoa, Santos, Veecka, & Ponce (2015) quienes mantuvieron siempre la misma composición de la granola, pero su proporción en la formulación variaba dependiendo de la cantidad de jarabe invertido y el componente de interés a adicionar, en éste caso la harina de grillo. La premezcla de granola empleada se preparó con los siguientes componentes que se encuentran en la tabla 5.

Tabla 5. Composición de la premezcla de granola.

<i>Componente</i>	<i>Porcentaje de participación</i>	<i>Porcentaje de proteína*</i>
Arroz inflado	40	2,4
Avena	30	5,1
Maní	20	5,2
Nuez de Brasil	5	0,7
Coco	5	0,2

Nota. Valores tomados de las fichas técnicas de los anexos 2 al 6.

Según pre experimentaciones hechas por Giraldo (2015) se desarrollaron estos porcentajes de mezcla para aumentar el volumen del producto y manejar los ingredientes con más intensidad de sabor en cantidades bajas mientras los componentes neutros en mayor cantidad. Esta mezcla a su vez aporta 13,5% de proteína que se tuvo en cuenta para el diseño experimental.

4.2.4. Elaboración del jarabe invertido

El jarabe invertido que fue usado en todas las formulaciones se hizo de la misma forma cada vez, empezando con una relación de azúcar y agua de 70:30 respectivamente y calentando hasta que alcanzó alrededor de los 86°Brix, el punto de bola fuerte (122-124 °C), es decir que al dejar caer una gota en un recipiente con agua fría inmediatamente se endurece pero aún es plástica, este método es usado a modo de confirmación de los grados Brix por la industria de confitería (Hartel, 2014). Los grados Brix fueron medidos con un refractómetro de mano y al alcanzar el punto señalado, el jarabe se invirtió con el 0,1% de su masa de ácido cítrico al 20% p/v y pasado un minuto se neutralizo con el 0,1% de citrato de sodio al 20% p/v siguiendo la metodología propuesta por Hull (2010). También se midió el pH del jarabe invertido mediante potenciómetro, para verificar si se logró adecuadamente la neutralización.

4.2.5. Elaboración de las barras

Según la tabla 4, en los tratamientos se varió el porcentaje de adición de la premezcla de granola, de harina de grillo y de jarabe invertido. Los porcentajes de los tres componentes se calcularon sobre el total de la masa, que en todas las formulaciones fue de 322g aproximadamente.

Todos los ingredientes fueron pesados en una balanza semianalítica, la granola y la harina fueron homogenizados y agregados al jarabe invertido posterior a que éste fuera neutralizado. La masa después de mezclada se laminó en bandejas con papel parafinado y se moldeó para obtener la mayor uniformidad posible, se dejó enfriar a temperatura ambiente para luego ser cortada en 14 piezas rectangulares de 23g cada una.

4.2.6. Caracterización de las barras

Después de elaborar las barras se realizó su caracterización fisicoquímica en cuanto a porcentaje de proteína, humedad y carbohidratos totales. Además de esto, se realizó una prueba de textura en cuanto a fuerza de fracturabilidad, como se describe más adelante.

Caracterización fisicoquímica.

De cada formulación se enviaron diez barras al laboratorio externo Instrumental Service Ltda., donde se realizaron las pruebas de humedad mediante secado por estufa (método gravimétrico), proteína cruda por el método AOAC 2001.11 (Kjeldahl) y carbohidratos totales por diferencia del análisis proximal. Antes del análisis todas las barras fueron envasadas en bolsas de vacío y congeladas hasta su uso.

Pruebas de textura

Se utilizaron cuatro barras completas de cada formulación para realizar la prueba de textura por triplicado en la planta piloto de cereales de la Universidad de La Salle. Se realizó una prueba de fracturabilidad en las muestras de 23g por el método de quiebre en tres puntos usando el accesorio del texturómetro dispuesto para este propósito con la célula cargada a 25kg. Las muestras se comprimieron una vez a una velocidad de 2mm/s y una distancia de 10mm. La distancia entre los dos puntos de apoyo fue de 5cm, y se registró la fuerza (N) requerida para fracturar las barras (Aigster, Duncanb, Confortic, & Barbeaud, 2011).

4.2.7. Selección de las dos barras optimizadas

Con los datos de la caracterización obtenidos en la fase anterior se utilizó el software Statgraphics® para obtener 4 superficies de respuesta diferentes que se analizaron mediante un análisis multi-respuesta con el fin de establecer dos formulaciones optimizadas que cumplieran con las siguientes características:

- Proteína: el máximo porcentaje de proteína posible, para que sea una barra buena fuente de la misma (que aporte de 5 a 10g de proteína por porción de 23g).
- Humedad: valor máximo del 6% para cumplir lo establecido en la norma con la NTC 3749 que ampara los productos con cereales listos para el desayuno.
- Textura: quiebre en un rango de entre 900 y 1300 gf, puesto que según Aigster, Duncan, Conforti y Barbeu (2011), son adecuados para el consumo del producto. Valores más altos podrían generar barras muy duras.
- Carbohidratos totales: máximo 64% del producto final, similar a la barra comercial Natura Avena referenciada en Dávila (2007) que contiene componentes similares.

4.3. FASE 3: SELECCIÓN DE LA BARRA TIPO GRANOLA INCORPORANDO HARINA DE *Acheta domesticus* COMO PRINCIPAL FUENTE PROTEICA CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS PARA EL CONSUMIDOR.

Después de obtener las dos formulaciones de las barras optimizadas mediante el análisis de diseño de mezclas por el programa Statgraphics®, se elaboraron barras correspondientes a éstas mediante el mismo procedimiento descrito para las doce barras iniciales, para luego someterlas a la prueba con consumidor. Luego de procesar la información de esta prueba se estableció la formulación preferida por los consumidores, que fue elaborada nuevamente para enviarla al laboratorio Instrumental Service Ltda., con el fin de realizar su caracterización.

4.3.1. Pruebas con consumidor

Para obtener resultados certeros, la prueba con consumidor que se decidió realizar fue la de CATA, la cual requirió el desarrollo de una prueba preliminar con una pregunta abierta que se le realizó a 20 panelistas no entrenados; con los resultados esta prueba se creó el formato de la prueba CATA que se le realizó a 60 personas mayores de 14 años pertenecientes al Sisben 1.

Prueba preliminar con pregunta abierta

Para definir el vocabulario que se debía usar en la prueba CATA se presentaron a 20 panelistas no entrenados muestras de las barras optimizadas y se les pidió que las describieran de forma libre (Ares, comunicación personal, 25 de octubre, 2016) . Las palabras (atributos) recopiladas de este ejercicio se relacionaron para el desarrollo del formato empleado en la prueba CATA.

Prueba CATA

Las dos formulaciones optimizadas se codificaron en números de 3 dígitos siendo asignado el código 318 para la Optimización Multi-Respuesta 1 (OMR1) y 756 para la OMR2, antes de llevarlas a la prueba CATA en la cual los panelistas debían probar cada referencia, calificarla mediante una prueba hedónica de 5 puntos y marcar todos los atributos que a su percepción describían el producto. Al final se le pidió describir con los mismos atributos lo que sería una barra de cereal “perfecta” o ideal. El formato de la prueba CATA se encuentra en el anexo 7.

La prueba se realizó a 60 personas mayores de 14 años pertenecientes al Siben 1 en el comedor comunitario La Florida en Bogotá. El número de panelistas fue definido de acuerdo al trabajo de Gastón, Tárrega, Izquierdo & Jaeger (2013) que concluyeron después de 13 estudios que de 60 a 80 consumidores pueden considerarse una muestra razonable para obtener configuraciones de muestra y atributos estables.

Cada participante realizó la prueba en una mesa adaptada para estar lo más aislado posible de las demás personas esperando su turno, las dos muestras se entregaron simultáneamente a cada panelista y la entrega de las mismas se realizó aleatoriamente para evitar sesgos por la posición.

Se entregó además el formato de la prueba, un esfero y agua para limpiar los residuos entre muestras. La prueba fue explicada a fondo antes de iniciar, y se informó a los panelistas sobre la presencia de harina de grillo en las barras. También, fueron informados que el producto suministrado, fue realizado con ingredientes de primera calidad y todas las normas de higiene en la planta piloto de la Universidad de La Salle; seguido se preguntó si algún panelista tenía alergia a nueces y/o a mariscos antes de iniciar para evitar que de alguna manera el producto perjudicara la salud de estos. Luego de que se dio toda la información, se solicitó a los participantes que firmaran un formato para afirmar que estaban de acuerdo con participar en la prueba sensorial.

Los datos fueron digitalizados y corridos en el software XLSTAT mediante su paquete de pruebas sensoriales.

- **Test Q de Cochran**

Según Parente, Manzoni, & Ares (2011) se realiza el test Q de Cochran para conocer si existe diferencia significativa entre las muestras por cada descriptor incluido en la prueba. Un valor p bajo el umbral de significancia indica que los productos difieren entre sí. Si el valor p es significativo, también se pueden examinar las comparaciones de pares múltiples, representadas por letras dentro de las celdas: dos productos que comparten la misma letra no difieren significativamente. Dos productos con ninguna letra en común difieren significativamente (XLSTAT, 2016).

- **Tabla de contingencia y Análisis de Correspondencia (AC)**

Se desarrolló la tabla de contingencia que es la suma de atributos entre los evaluadores. Se utiliza para construir un AC de estos valores al igual que una tabla de independencia entre las filas y las columnas que muestra mediante otro valor p si las muestras tienen probabilidad de ser diferentes en términos sensoriales. De esta información se realizó el gráfico que muestra la posición de los descriptores frente a las muestras y al producto ideal que se ha tomado como un elemento diferente.

- **Correlación entre descriptores**

Los descriptores se correlacionaron para comparar lo que los panelistas marcaron con lo que no marcaron y la relación de cada atributo con los resultados de la prueba hedónica (liking o agrado), este análisis da como resultado un gráfico de la correspondencia espacial de los mismos frente a la preferencia máxima.

- **Penalty Analysis (PA)**

El PA se llevó a cabo en las respuestas de los consumidores para determinar el agrado general asociado con una desviación del producto ideal para cada atributo de la pregunta CATA.

Por lo tanto, para cada atributo se determinó el porcentaje de consumidores que lo utilizaron de manera diferente para describir cada producto y se determinó el ideal, así como la caída media en el apego asociado con esa desviación del ideal. El programa realizó una prueba de Kruskal-Wallis de un factor para cada variable de CATA con el fin de determinar si la desviación del ideal para cada atributo causó una disminución significativa en el agrado general (Plaehn, 2012)

4.3.2. Caracterización de la barra final

Por último, se realizó un análisis proximal a la barra seleccionada sensorialmente, en el laboratorio externo Instrumental Service Ltda., donde se realizaron las pruebas de humedad mediante secado por estufa; proteína cruda por el método AOAC 2001.11 (Kjeldhal); grasa total (extracto etéreo) por hidrólisis ácida; cenizas por calcinación; fibra cruda por hidrólisis ácida, alcalina y calcinación; carbohidratos totales por diferencia y determinación indirecta de calorías por factor Atwater. Antes del análisis las barras fueron envasadas en bolsas de vacío y congeladas hasta su uso.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE *Acheta domesticus* Y LOS COMPONENTES DE LA GRANOLA.

Dentro de la caracterización de la materia prima se encuentran las determinaciones de proteína, carbohidratos totales y humedad para la harina de grillo *Acheta domesticus*, seguido de la humedad de los componentes de la granola, así como la composición teórica de aminoácidos de ambas materias primas.

5.1.1. Análisis proximal de la harina de *Acheta domesticus*

En la tabla 6, están listados los resultados del análisis proximal de la harina de grillo; en ésta se puede observar que a diferencia de otras harinas de origen animal que comparten porcentajes similares de proteína, la harina de grillo permanece estable a humedades más bajas. Comparada con su símil la harina de pescado de 65% de proteína, ésta solo puede deshidratarse hasta el 10% ya que a valores más bajos la harina es inestable, propensa a oxidarse e incendiarse espontáneamente (Windsor, 2001). La humedad baja de esta materia prima es esencial para cumplir los límites esperados de la barra de cereal, además da un precedente sobre las condiciones para la producción y de almacenamiento de grandes cantidades de harina de grillo.

Tabla 6. Análisis proximal de la harina de *Acheta domesticus*

<i>Componente</i>	<i>%</i>
Proteína	67,1
Carbohidratos totales	5,9
Humedad	4

El carbohidrato principal en la harina de grillo es la quitina que constituye el exoesqueleto del insecto. Aunque se sabe con certeza que la quitina se puede unir a lípidos de la dieta, lo que conlleva en la reducción de colesterol en plasma y triglicéridos resultando en que la absorción de los lípidos en el intestino se vea reducida, todavía no existen los suficientes estudios sobre el consumo de quitina en forma de insectos comestibles, aunque se haya encontrado quitinasa en estómagos humanos (Koide, 1998). Para propósitos del acercamiento, este porcentaje de carbohidratos es despreciable teniendo en consideración los otros componentes de la barra.

El porcentaje de proteína que presenta la harina es alta, comparable con la harina de pescado que puede contener hasta 65 % (Windsor, 2001), superior a la de la soya con 37% (USDA, 2016) y solo superada por productos elaborados con suero de leche que pueden alcanzar valores mayores de 90% (USDA, 2016). La harina de grillo tiene ventajas sobre la de pescado ya que los grillos necesitan consumir solo 19% de proteína para obtener de ellos 68% de este nutriente en la harina producida (Caparros et al, 2013), mientras que el pescado solo llega a dicho porcentaje cuando la dieta de estos es de 39% de proteína (Windsor, 2001), De otro lado, la harina de grillo es una

opción para los que les preocupa el contenido de isoflavonas de la soya, aunque los estudios de los problemas que pueden ocasionarse por su consumo sean todavía inconcluyentes (Xiao, 2008). Del mismo modo, la harina de grillo es considerada como apta para vegetarianos dependiendo la corriente del vegetarianismo, es libre de lactosa según Bitty (2016) y es una opción menos procesada que el suero lácteo en polvo. De ese modo, la harina de grillo prueba ser una materia prima prometedora para la elaboración de barras de cereal.

Se puede confirmar la veracidad de la información entregada por el proveedor (Anexo 1) comparándola con el análisis proximal realizado y observando que estos valores solo difieren en cifras decimales.

5.1.2. Humedades de los componentes de la granola

En la tabla 7 se tienen los resultados de porcentajes de humedad de las materias primas utilizadas para la elaboración de la granola.

Tabla 7. Humedad de los ingredientes de la granola.

<i>Ingrediente</i>	<i>%Humedad</i>	
	<i>Experimental</i>	<i>Ficha técnica</i>
Arroz inflado	6,53	8
Avena	10,92	8-11,5
Maní	2,09	1-2,0
Nuez de Brasil	3,25	2-4,0
Coco	4,52	<6

Nota. Valores tomados de las fichas técnicas de los anexos 2 al 6.

Como se observa, las humedades experimentales de los ingredientes de la granola son similares a las declaradas en las fichas técnicas. En el caso del arroz inflado, la humedad experimental fue menor a la declarada en la ficha técnica, lo que indica que tiene una mayor estabilidad en el almacenamiento. En cuanto a la avena, la nuez de Brasil y el coco, se observa que las humedades entran en los rangos establecidos en las fichas técnicas. El maní es el único ingrediente que sobrepasa la humedad de la ficha técnica en 0,9%, porcentaje que se considera muy bajo, y por lo tanto no debería afectar la estabilidad del producto.

5.1.3. Aminoácidos en la harina de *Acheta domesticus* y los componentes de la granola

En la tabla 8, se puede observar que la harina de grillo contiene 6 de los 9 aminoácidos esenciales para el ser humano, y todos sobrepasan el patrón óptimo de aminoácidos esenciales por gramo de proteína recomendado por la FAO, a excepción de la metionina (valor resaltado en negrilla).

Tabla 8. Patrón óptimo de aminoácidos esenciales para mayores de tres años y composición de aminoácidos en los ingredientes de la granola, la granola elaborada y la harina de grillo.

<i>Aminoácidos esenciales</i>	<i>Cantidad (mg/g de proteína)</i>							
	<i>Patrón de aminoácidos esenciales > 3 años¹</i>	<i>Arroz²</i>	<i>Avena³</i>	<i>Maní⁴</i>	<i>Nuez de Brasil⁵</i>	<i>Coco⁶</i>	<i>Total granola</i>	<i>Harina de grillo⁷</i>
Histidina	16	21	24	24	15,8	20,1	22,2	73,2
Isoleucina	30	41	39	34	20,5	35,2	37,7	-
Leucina	61	82	76	64	-	62,7	71,5	182,6
Lisina	48	38	45	35	-	26,5	37	56,8
Metionina+ Cisteína	23	36	43	25	155,8	28,4	41,5	10,8
Fenilalanina+Tirosina	41	10,5	82	89	35,4	62,7	51,5	135,6
Treonina	25	38	34	26	17,4	30,7	33	55,8
Triptófano	6,6	12	33	10	-	8,2	17,1	-
Valina	40	61	55	42	34,2	51,3	53,6	-

Fuente: ¹FAO (2013), *Dietary protein quality evaluation in human nutrition*. p.29. ²FAO (2013), *Quinoa 2013 año internacional, valor nutricional*. ³Romo, Rosero, Forero, Cerón y Pérez (2007), *POTENCIAL NUTRICIONAL DE HARINAS DE QUINUA (Chenopodium quinoa W) VARIEDAD PIARTAL EN LOS ANDESCOLOMBIANOS SEGUNDA PARTE*. p.47. ⁴Manco (2006), *CULTIVO DE SACHA INCHI*. p.6. ⁵Aragão et al. (1999), Expression of a methionine-rich storage albumin from the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K., Lecythidaceae) in transgenic bean plants (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae). p.448. ⁶Rostagno et al. (2005), *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos*. p.46. ⁷Chávez y Ubidia (2015), *ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HARINA DE GRILLO (Acheta domesticus) COMO SUSTITUTO DE HARINA DE PESCADO EN DOS LÍNEAS DE TRUCHA ARCOÍRIS (Oncorhynchus mykiss) DURANTE LA ETAPA DE ALEVINAJE*. p.23.

El patrón de la FAO establece el requerimiento de la suma de los aminoácidos metionina+cisteína, ya que la metionina es requerida en grandes cantidades para producir cisteína si ésta no es adecuadamente provista en la dieta, por lo tanto el valor requerido en el patrón puede ser cubierto por cualquiera de los dos aminoácidos individualmente o por la suma de éstos. Lo mismo ocurre en el caso del requerimiento de los aminoácidos fenilalanina+tirosina, ya que la fenilalanina produce tirosina cuando la ingesta de ésta es insuficiente.

En cuanto a estos aminoácidos, la harina de grillo solo cuenta con metionina pero no contiene cisteína, así mismo solo cuenta con tirosina pero no contiene fenilalanina, aunque con su contenido de tirosina sobrepasa al patrón de aminoácidos.

La composición de aminoácidos de la granola elaborada, teóricamente contiene todos los aminoácidos esenciales y éstos sobrepasan los del contenido del patrón de aminoácidos, a excepción de la lisina (valor resaltado en negrita). Por ésta razón, la granola elaborada puede ser un buen complemento en metionina+cisteína, isoleucina, triptofano y valina para la harina de grillo, y esta última puede suplir en lisina a la granola.

5.2. DESARROLLO, CARACTERIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS FORMULACIONES PROTOTIPO

5.2.1. Calidad proteica de las doce formulaciones

Considerando las formulaciones del diseño de mezclas presentadas en la tabla 4, se pudo establecer de modo teórico el contenido de aminoácidos de las mismas.

Tomando en cuenta los datos de la tabla 9, se infiere que las formulaciones 3 y 4 son las que presentan la mejor composición de aminoácidos esenciales respecto al patrón que la FAO establece para personas de 3 años en adelante, ya que en estas se sobrepasa dichas cantidades en 6 de los 9 aminoácidos esenciales (valores resaltados en negrilla), aunque la formulación 3 presenta menor cantidad de metionina+cisteína que la formulación 4. Los valores que están por debajo del patrón se encuentran con fondo gris. Como se puede observar, los aminoácidos isoleucina, lisina y valina, están por debajo del patrón en todas las formulaciones.

En cuanto al requerimiento diario de aminoácidos esenciales, en la tabla 10 se observa que la formulación 3 es la que más se acerca a los valores dados por la FAO para personas mayores de 18 años, a excepción de la histidina que se encuentra en mayor cantidad en la formulación 8 (valores resaltados en negrilla). Sin embargo el consumo de ésta barra no suple el requerimiento diario de aminoácidos esenciales para un adulto de 60kg si consumiera únicamente una barra de 23g al día.

Tabla 9. Patrón óptimo de aminoácidos esenciales para mayores de tres años y composición de aminoácidos en las doce formulaciones elaboradas del diseño de mezcla.

Aminoácidos esenciales		Cantidad (mg/g de proteína)												
		Patrón de aminoácidos esenciales > 3 años ¹	Formulación											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Histidina	16	26,1	45,8	<u>29,4</u>	<u>33,1</u>	31,2	33,1	29,6	39,5	31,2	33,1	32,1	33,1	
Isoleucina	30	13,2	9,4	18,8	18,8	9,4	13,9	13,6	11,7	16,4	16,4	11,7	13,9	
Leucina	61	70,7	118,3	<u>81,4</u>	<u>90,5</u>	81,8	88,5	79,6	103,4	85	89,5	85,2	88,5	
Lisina	48	27,1	40,5	32,7	35,5	29,1	33	30,1	36,7	32,8	34,3	31,1	33	
Metionina+ Cisteina	23	17,2	16,3	<u>23,4</u>	<u>24</u>	14,1	19	18,1	17,7	21,2	21,5	16,6	19	
Fenilalanina+Tirosina	41	51,9	87,5	<u>59,7</u>	<u>66,4</u>	60,3	65,2	58,5	76,3	62,4	65,8	62,8	65,2	
Treonina	25	25,5	38,9	<u>30,4</u>	<u>33,2</u>	27,8	31,2	28,3	35	30,8	32,2	29,5	31,2	
Triptófano	6,6	6	4,3	<u>8,6</u>	<u>8,6</u>	4,3	6,3	6,2	5,3	7,4	7,4	5,3	6,3	
Valina	40	18,8	13,4	26,8	26,8	13,4	19,8	19,3	16,6	23,3	23,3	16,6	19,8	

Fuente: ¹FAO (2013), *Dietary protein quality evaluation in human nutrition*. p.29.

Tabla 10. Requerimientos de aminoácidos esenciales para mayores de dieciocho años y su aporte en las doce formulaciones elaboradas del diseño de mezclas, para un adulto de 60kg consumiendo una barra de 23g al día.

<i>Aminoácidos esenciales</i>	<i>Cantidad (mg/kg/día)</i>												
	<i>Requerimientos de aminoácidos >18</i>			<i>Formulación</i>									
	<i>años¹</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Histidina	10	2,2	3,9	4,1	2,6	2,7	3	2,5	<u>4,2</u>	2,6	2,8	3,1	3
Isoleucina	20	1,1	0,8	<u>2,6</u>	1,5	0,8	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,1	1,3
Leucina	39	6	10	<u>11,4</u>	7,2	7,2	7,9	6,8	11	7,1	7,6	8,1	8,0
Lisina	30	2,3	3,4	<u>4,6</u>	2,8	2,6	3	2,6	3,9	2,7	2,9	3	3
Metionina+ Cisteina	15	1,5	1,4	<u>3,3</u>	1,9	1,2	1,7	1,5	1,9	1,8	1,8	1,6	1,7
Fenilalanina+Tirosina	25	4,4	7,4	<u>8,4</u>	5,3	5,3	5,8	5	8,1	5,2	5,6	6	5,9
Treonina	15	2,2	3,3	<u>4,3</u>	2,7	2,4	2,8	2,4	3,7	2,6	2,7	2,8	2,8
Triptófano	4	0,5	0,4	<u>1,2</u>	0,7	0,4	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6
Valina	26	1,6	1,1	<u>3,8</u>	2,1	1,2	1,8	1,6	1,8	1,9	2	1,6	1,8

Fuente: ¹FAO (2013), *Dietary protein quality evaluation in human nutrition*. p.27.

5.2.2. Propiedades del jarabe invertido

El pH final del jarabe invertido no juega ningún papel en la producción de la barra más que en la parte sensorial, esto porque el proceso acidificación acelera la inversión que evita que el jarabe se cristalice, sin embargo, Pennington y Baker (1990) consideran la neutralización del jarabe invertido hasta un pH de 5 adecuada para la preparaciones con este endulzante. El jarabe invertido elaborado cumple con este criterio como se puede apreciar en la tabla 11.

Adicionalmente, los °Brix alcanzaron un valor cercano a 86 que era el indicado por Hartel (2014) para lograr el punto de bola fuerte, de modo que se facilita el proceso de aglomeración, da el tiempo suficiente para que se pueda moldear el producto y se solidifique sin tener que cocerse de nuevo.

Tabla 11. Propiedades del jarabe invertido elaborado

<i>Propiedad</i>	
pH	4,7
°Brix	85

5.2.3. Caracterización de las barras

Caracterización fisicoquímica

En la tabla 12 se encuentran los resultados de la caracterización fisicoquímica realizada en el laboratorio externo a las barras elaboradas del diseño de mezclas, que comprende porcentaje de humedad, proteína y carbohidratos totales.

Tabla 12. Porcentajes de humedad, proteína y carbohidratos totales de las doce formulaciones elaboradas del diseño de mezclas.

<i>Formulación</i>	<i>%Humedad</i>	<i>%Proteína</i>	<i>%Carbohidratos Totales</i>
1	4,13	22,13	47,66
2	3,57	22,12	42,72
3	4,18	36,55	36,74
4	3,92	20,83	51,17
5	3,84	22,89	51,74
6	3,66	23,35	51,38
7	3,72	22,28	52,20
8	3,76	27,76	46,93
9	4,39	21,72	53,23
10	3,70	22,24	50,63
11	4,93	24,86	49,93
12	5,18	23,68	51,96

La humedad de las doce formulaciones del diseño de mezclas cumple con la norma NTC 3749 que ampara los productos con cereales listos para el desayuno, la cual indica que ésta debe ser menor al 6%. Teniendo en cuenta que Iñarrute (2001) afirma en el documento de Medina (2006) que los cereales en barra presentan niveles de humedad de 5 a 13%, las humedades de las barras elaboradas se encuentran por debajo de este parámetro. En este mismo documento Peterson y Dwyer (1998) indican que de forma general los cereales con un contenido menor al 12,5% de humedad pueden tener un almacenamiento estable sin cambios importantes en sus características de calidad.

En cuanto a los porcentajes de proteína, se observa que la única formulación que no cumple con el parámetro de ‘buena fuente de’, es la 4 ya que por porción de 23g de barra de cereal, aporta 4,79g de proteína, y el límite inferior corresponde 5g (10% del valor diario recomendado). Las demás formulaciones están dentro del rango, ya que aportan entre 5 y 8,41g de proteína por porción, siendo el límite máximo 10g (20% del valor diario recomendado).

Los carbohidratos totales de las formulaciones elaboradas están entre 36,74 y 53,23%. Tomando como referencia la tabla 3 de Dávila (2007), en la que los carbohidratos de diferentes barras de cereal comerciales en México oscilan entre 48 y 78%, se deduce que las barras elaboradas tienen bajo porcentaje de carbohidratos y cuatro de estas tienen porcentaje de carbohidratos menor a la barra All Bran cosecha frutal, que tiene el menor porcentaje observado en la tabla 3.

Pruebas de textura

En la tabla 13 se observa la fuerza de fracturabilidad en Newtons de todas las formulaciones elaboradas del diseño de mezclas

Tabla 13. Fuerza de fracturabilidad de las doce formulaciones elaboradas del diseño de mezclas.

<i>Formulación</i>	<i>Fracturabilidad (N)</i>
1	125,79±3,2
2	0,00
3	6,30±0,8
4	324,14±3,6
5	40,39±1,1
6	63,01±1,4
7	271,89±2,8
8	5,21±0,6
9	11,85±1,1
10	0,00
11	71,84±2,1
12	63,61±1,5

El quiebre ideal para una barra de cereal según Aigster, Duncan, Conforti y Barbeau (2011) es de 900-1300gf que equivalen a 8,8-12,7N. Como se observa en la tabla 13, únicamente la formulación 9 entra en este rango con 11,85N. Las formulaciones 2 y 10 no aglomeraron, debido a la alta cantidad de harina de grillo en el caso de la primera, y a la alta cantidad de granola y harina respecto al jarabe invertido en el caso de la segunda respectivamente, por lo tanto no se tuvo fuerza de fracturabilidad para estas barras y se tomó un valor de 0N. Las formulaciones 3 y 8 estuvieron por debajo del rango, siendo muy blandas y las demás formulaciones fueron muy duras con fracturabilidad entre 40,39 y 324,14.

5.2.4. Análisis para la selección de las dos barras óptimas

Para la selección de las dos barras óptimas primero se determinó el mejor modelo al que se ajustaron los datos de cada variable de respuesta, luego éstas se optimizaron por separado y por último, teniendo en cuenta la optimización individual se realizaron las dos Optimizaciones Multi-Respuesta.

Selección del modelo a ajustar para los datos de cada variable de respuesta

Para determinar el modelo al cual se ajustan mejor los datos de cada una de las cuatro variables de respuesta (carbohidratos totales, proteína, humedad y fracturabilidad), se compararon los coeficientes de correlación y significancia de cada modelo, los cuales se pueden observar en la tabla 14.

Tabla 14. Valores R^2 y R^2 ajustado para las cuatro variables de respuesta ajustadas a diferentes modelos.

<i>Variable de respuesta</i>	<i>Coefficientes de Correlación</i>	<i>Modelo</i>			
		<i>Lineal</i>	<i>Cuadrático</i>	<i>Cúbico especial</i>	<i>Cúbico</i>
Carbohidratos totales	R^2	10,54	71,33	78,11	96,07
	R^2 Ajustado	0,00	47,44	51,84	78,39
Proteína	R^2	7,61	58,98	75,01	98,48
	R^2 Ajustado	0,00	24,81	45,01	91,61
Humedad	R^2	9,54	23,33	30,00	60,63
	R^2 Ajustado	0,00	0,00	0,00	0,00
Fracturabilidad	R^2	13,56	37,32	55,85	93,40
	R^2 Ajustado	0,00	0,00	2,87	63,68

En éste caso, se prefiere seleccionar el modelo que maximiza el R^2 , que para las cuatro variables de respuesta fue el modelo cúbico.

El R^2 estadístico indica en qué porcentaje un modelo explica el comportamiento de los datos de una variable de respuesta. Los R^2 del modelo cúbico en todas las variables de respuesta fueron los valores más altos, y estuvieron por encima del 90% en proteína, carbohidratos totales y fracturabilidad, lo cual indica que hubo un adecuado ajuste de los datos de estas variables de

respuesta a dicho modelo. En el caso de la humedad el R^2 fue 60,63% de ajuste al modelo cubico, valor que aunque es menor a 90%, es el mayor entre los modelos.

El R^2 estadístico ajustado, es más adecuado para la comparación de modelos con diferentes números de variables independientes (Statgraphics, 2006), es decir compara diferentes números de componentes de la mezcla, sin embargo en este caso no son diferentes ya que siempre son tres, por lo tanto este valor es menos relevante que el R^2 en este estudio. Los mayores valores de R^2 ajustado se presentan en el modelo cubico y son menores que el R^2 en todos los casos, siendo solo el de proteína el que sobrepasa el 90%, y siendo el menor el de humedad, que fue de 0%.

En la tabla 15 se muestran los datos del análisis de varianza ANOVA para el ajuste al modelo cubico en cada variable de respuesta.

Tabla 15. ANOVA para las variables de respuesta.

<i>Origen</i>	<i>Valor-P</i>			
	<i>Carbohidratos totales</i>	<i>Proteína</i>	<i>Humedad</i>	<i>Fracturabilidad</i>
Modelo cubico	0,0603	0,0380	0,9611	0,0028
Falta de ajuste	0,0829	0,0849	0,9804	0,0029

Dado que el valor P en el modelo cubico para los datos de carbohidratos totales y humedad es mayor que 0,05 no existe una relación estadísticamente significativa entre los datos de estas dos variables de respuesta y los componentes de las barras, en un nivel de confianza de 95%. En cuanto a los datos de proteína y fracturabilidad, el valor P para este modelo es menor que 0,05 entonces sí existe una relación estadísticamente significativa entre los datos de estas dos variables y los componentes de la barra. La prueba de falta de ajuste está diseñada para determinar si el modelo seleccionado es adecuado para describir los datos observados. La prueba se realiza comparando la variabilidad de los residuos del modelo actual con la variabilidad entre las observaciones en las configuraciones de replicación de los componentes. Debido a que el valor P para la falta de ajuste en la tabla ANOVA es mayor que 0,05 para carbohidratos totales, proteína y humedad, el modelo cubico es adecuado para los datos observados en un nivel de confianza del 95%. Para la fracturabilidad, el valor P para la falta de ajuste es menor que 0,05 entonces el modelo no representa los datos observados en el mismo nivel de confianza.

Después de evaluar el ajuste al modelo cubico de las cuatro variables de respuesta, el programa Statgraphics® muestra las ecuaciones que representan el comportamiento de éstas, donde los valores de los componentes se especifican en pseudo-componentes, las ecuaciones son:

- Carbohidratos totales = $14,9532 \cdot \text{Granola} + 42,7521 \cdot \text{Harina} - 41,8631 \cdot \text{Jarabe} + 84,4591 \cdot \text{Granola} \cdot \text{Harina} + 287,676 \cdot \text{Granola} \cdot \text{Jarabe} + 300,501 \cdot \text{Harina} \cdot \text{Jarabe} - 792,828 \cdot \text{Granola} \cdot \text{Harina} \cdot \text{Jarabe} + 208,618 \cdot \text{Granola} \cdot \text{Harina} \cdot (\text{Granola} - \text{Harina}) - 91,4012 \cdot \text{Granola} \cdot \text{Jarabe} \cdot (\text{Granola} - \text{Jarabe}) + 24,0353 \cdot \text{Harina} \cdot \text{Jarabe} \cdot (\text{Harina} - \text{Jarabe})$

- Proteína = $51,9939*Granola + 22,1022*Harina + 74,0435*Jarabe - 51,205*Granola*Harina - 180,08*Granola*Jarabe - 164,613*Harina*Jarabe + 516,797*Granola*Harina*Jarabe - 202,738*Granola*Harina*(Granola-Harina) + 62,223*Granola*Jarabe*(Granola-Jarabe) - 40,0047*Harina*Jarabe*(Harina-Jarabe)$
- Humedad = $5,82642*Granola + 3,56966*Harina + 9,35514*Jarabe - 43,6896*Granola*Harina - 17,5192*Granola*Jarabe + 14,8994*Harina*Jarabe + 100,303*Granola*Harina*Jarabe + 49,0685*Granola*Harina*(Granola-Harina) + 2,11882*Granola*Jarabe*(Granola-Jarabe) + 93,0607*Harina*Jarabe*(Harina-Jarabe)$
- Fracturabilidad = $183,144*Granola + 0,945494*Harina - 2523,47*Jarabe + 4845,72*Granola*Harina + 5926,19*Granola*Jarabe + 2958,2*Harina*Jarabe - 19444,7*Granola*Harina*Jarabe - 5589,23*Granola*Harina*(Granola-Harina) - 5852,23*Granola*Jarabe*(Granola-Jarabe) - 14218,4*Harina*Jarabe*(Harina-Jarabe)$

Optimización de cada variable por separado

Para realizar las dos Optimizaciones Multi-Respuesta de las formulaciones respecto a las cuatro variables de respuesta, se debió optimizar primero cada variable por separado. Para esto, se introdujo en el programa Statgraphics® el objetivo al que se quería llegar para optimizar la variable de respuesta, luego el software indicó cuál fue exactamente el valor óptimo al que se podría llegar y la combinación de componentes de la formulación que da como resultado dicho valor. Esto se realizó para cada una de las cuatro variables de respuesta ya que cada aspecto de variables independientes sugiere diferentes niveles optimizados (Nadeem et al. 2012). Además se tuvo en cuenta que en el caso de carbohidratos totales y fracturabilidad, los objetivos son diferentes en las dos optimizaciones. Estos datos se pueden observar en la tabla 16.

Tabla 16. Optimización de cada variable de respuesta por separado.

Variable de respuesta	Optimización	Objetivo	Valor óptimo	Formulación óptima		
				Granola (%)	Harina (%)	Jarabe invertido (%)
Carbohidratos totales	1	Minimizar	30,50%	30,29	49,71	20,00
	2	Maximizar	58,57%	40,59	25,00	34,41
Proteína	1 y 2	Maximizar	39,39%	31,36	48,64	20,00
Humedad	1 y 2	Maximizar	5,03%	50,00	27,48	22,52
Fracturabilidad	1	9,70N	9,70N	48,87	28,43	22,70
	2	11,70N	11,70N	49,90	25,05	25,06

Se decidió minimizar el porcentaje de carbohidratos totales en la primera optimización y maximizarlo en la segunda, ya que por un lado se quiere una barra que sea más benéfica para la

salud aportando la menor cantidad de azúcares simples del jarabe invertido con un 30,5% de carbohidratos totales, y por otro lado se quiere que la barra tenga una mejor aceptación en cuanto al sabor y para esto es posible que se deba aumentar la cantidad de jarabe invertido en la formulación, sin embargo así se maximice el porcentaje de carbohidratos a 58,57%, comparada con la tabla 3 de Dávila (2007) esta barra estaría entre las que tienen menores porcentajes de carbohidratos.

El porcentaje de proteína se maximizó en las dos optimizaciones debido a que aunque once de las doce formulaciones corresponden a la leyenda de ‘buena fuente de’, lo ideal es que se tenga la mayor cantidad de proteína posible para que se tenga un mayor aporte de aminoácidos esenciales. El máximo valor que se obtuvo en la optimización fue de 39,39%, con el cual se aportarían 9,06g de proteína por porción de 23g

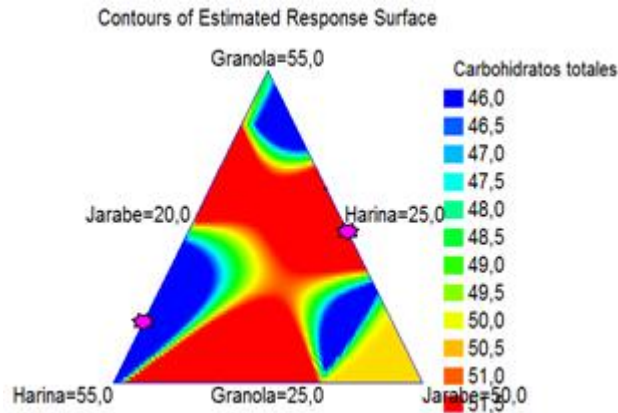
Partiendo de que la humedad en las formulaciones del diseño de mezclas cumple con lo requerido en la norma NTC 3749, ya que es menor a 6% (oscila entre 3,57% y 5,18%), y teniendo en cuenta que Iñarrute (2001) citado en el documento de Medina (2006) indica que los cereales en barra suelen presentar niveles de humedad de 5 a 13%, es conveniente maximizar la humedad en las dos optimizaciones con el fin de acercarse a este rango sin dejar de cumplir con la norma, como se observa en el resultado de la optimización, que fue de 5,03%.

En cuanto a la fracturabilidad, en la primera optimización se quiso obtener un valor de 9,70N y en la segunda de 11,70N, valores que son intermedios en el rango que indica Aigster, Duncan, Conforti y Barbeu (2011) que es de 900-1300gf que equivalen a 8,8-12,7N. La menor fracturabilidad se estableció en la primera optimización ya que en ésta se optimizó el menor porcentaje de carbohidratos totales, por lo tanto, entre menos jarabe invertido contenga, menor es la fuerza de fracturabilidad, el caso contrario se estableció para el mayor valor de fracturabilidad en la optimización con la maximización de carbohidratos totales.

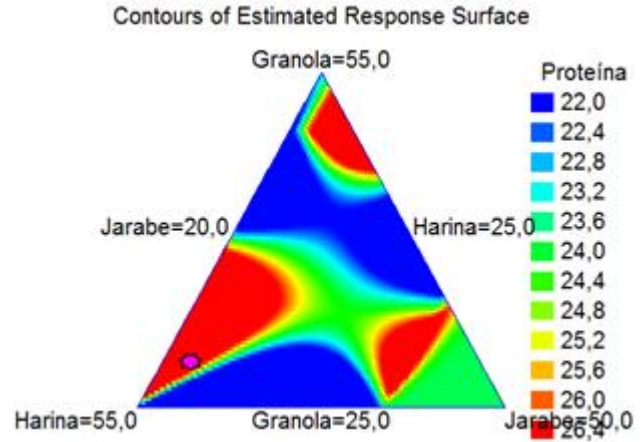
En la figura 4 se observan las gráficas de contorno de las cuatro variables de respuesta con relación a las proporciones de los tres componentes de las barras de cereal. En éstas se encuentran señalizados los puntos de las formulaciones optimizadas para cada variable de respuesta que se encuentran en la tabla 16.

Figura 4. Graficas de contorno en modelo cubico de carbohidratos totales (a), proteína (b), humedad (c) y fracturabilidad (d).

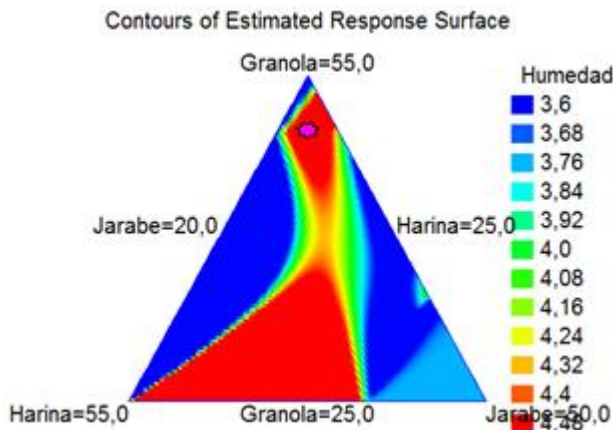
(a)



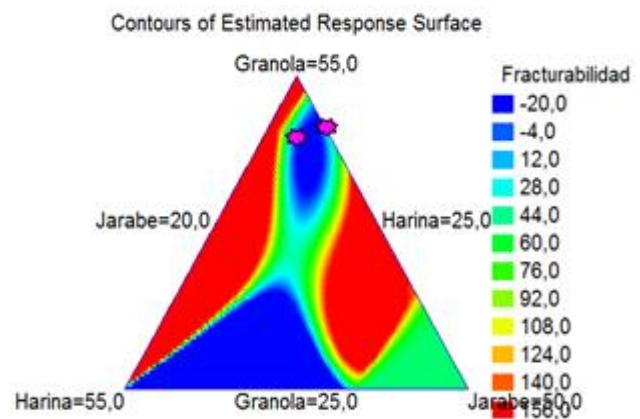
(b)



(c)



(d)



Como se observa, las gráficas de carbohidratos totales (a) y proteína (b) tienen una relación inversa ya que las zonas de mayor porcentaje de proteína son similares a las zonas de menor porcentaje de carbohidratos totales, esto puede explicarse porque las formulaciones que contienen mayor porcentaje de proteína deben contener mayor proporción de granola y harina de grillo, ya que éstos son los ingredientes que aportan éste nutriente, por ende se va a reducir el contenido de jarabe invertido que es el componente que más aporta carbohidratos totales.

El mismo caso ocurre entre las gráficas de humedad (c) y fracturabilidad (d) ya que las formulaciones en las cuales mayor sea la humedad en la barra serán más blandas, es decir, la fracturabilidad será menor. Esto lo confirma Nadeem et al. (2012) que indica que el aumento de

la firmeza de las barras puede ser debido a la migración de la humedad entre las proteínas y los carbohidratos (tales como almidones, pectinas, azúcares y maltodextrina).

Optimizaciones Multi-Respuesta (OMR)

Con la Optimización Multi-Respuesta se puede obtener un modelo matemático que permite predecir los valores de las variables de respuesta simultáneamente a partir de los niveles de las variables “independientes” (Nuñez, 2002). Tomando como referencia las cuatro optimizaciones de cada variable por separado, el programa Statgraphics® puede realizar la Optimización Multi-Respuesta, con la que se puede encontrar el balance de ingredientes que optimice su calidad global como indican Bowless y Montgomery (1972) citados en el documento de Nuñez (2002).

Este procedimiento ayuda a determinar la combinación de componentes en la formulación que optimicen simultáneamente las cuatro variables de respuesta mediante la maximización de una función de conveniencia la cual relaciona los valores de las respuestas con valores convenientes (Nuñez, 2002). La tabla 17 muestra los objetivos que se introdujeron en el software para cada OMR y los valores óptimos de las respuestas que éste predijo según los modelos cúbicos de las optimizaciones individuales.

Tabla 17. Objetivos y respuestas de las dos Optimizaciones Multi-Respuesta realizadas.

	<i>OMR 1</i>		<i>OMR 2</i>	
	<i>Objetivo</i>	<i>Respuesta</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Respuesta</i>
Fracturabilidad (N)	9,70	9,70	11,70	11,70
Carbohidratos totales (%)	Minimizar	37,06	Maximizar	50,77
Humedad (%)	Maximizar	4,22	Maximizar	5,00
Proteína (%)	Maximizar	36,27	Maximizar	24,60

Como se puede observar, en las dos OMR las respuestas de fracturabilidad son exactamente las requeridas como objetivo, el porcentaje de carbohidratos totales tiene una diferencia de 13,71% entre la OMR1 en que se minimiza y la OMR 2 en la que se maximiza. La humedad y la proteína en ambos casos son maximizadas; en la OMR 1 la humedad es menor pero la proteína es mayor que en la OMR 2, ya que según Nadeem et al. (2012) entre las funciones de la proteína añadida es aumentar de la capacidad de retención de agua, además de mantener intactos los ingredientes de las barras, configurar la estructura y contribuir a la reacción de Maillard.

La tabla 18 muestra la combinación de los componentes de la formulación que maximizan la función de conveniencia para cada OMR.

Tabla 18. Formulaciones de las dos Optimizaciones Multi-Respuesta de la función de conveniencia.

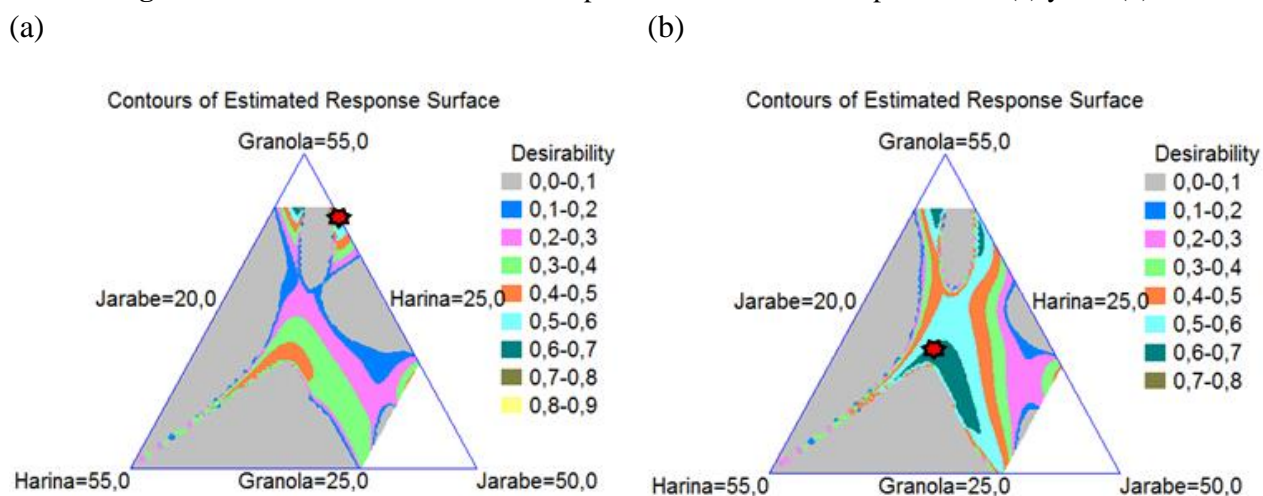
<i>Factor</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>OMR 1</i>	<i>OMR 2</i>
			<i>Valor optimo = 0,87</i>	<i>Valor optimo = 0,71</i>
Granola (%)	25,00	50,00	50,00	34,34

Harina (%)	25,00	55,00	25,07	35,46
Jarabe invertido (%)	20,00	40,00	24,93	30,20

La formulación de la OMR 1 tiene un valor óptimo de conveniencia mayor que la formulación de la OMR 2, esto indica que se ajusta más a los requerimientos establecidos en los objetivos de la tabla 17. La formulación de la OMR 1 tiene menor porcentaje de jarabe invertido, ya que requiere menor cantidad de carbohidratos en su mayoría aportados por éste, por esta razón el programa predijo una menor fracturabilidad que la OMR 2, ya que en el estudio de Nadeem et al. (2012) se encontró que las barras a las que se adicionaban, azúcares y una cantidad mínima de agua (actividad del agua en el rango de 0,6-0,65) aumentaron su fuerza de fracturabilidad y esto continuó con el paso del tiempo. Por otro, lado la formulación de la OMR 2 tiende a tener valores medios de cada uno de los tres componentes.

La figura 5 muestra el comportamiento de la función de conveniencia en gráficas de contornos para las dos Optimizaciones Multi-Respuesta realizadas, según las proporciones de los tres componentes de las barras de cereal.

Figura 5. Grafica de contornos de las Optimizaciones Multi-Respuesta uno (a) y dos (b).



En cada grafica se señala la formulación OMR 1 (a) y OMR 2 (b), cada una de éstas se sitúa en las áreas de mayor conveniencia posible. Aunque el área en la que se encuentra la máxima conveniencia de la OMR 1 es pequeña, éste valor es mayor que en el caso de la OMR 2, en donde el área es más grande pero con menores valores. Se observa que en la gráfica de la OMR 1, la formulación se sitúa en la parte superior con una mayor cantidad de granola y en el límite menor de harina, por otro lado la OMR 2 tiende a estar en un punto central en cuanto a los tres componentes.

5.3. SELECCIÓN DE LA BARRA TIPO GRANOLA INCORPORANDO HARINA DE *Acheta domesticus* COMO PRINCIPAL FUENTE PROTEICA CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS PARA EL CONSUMIDOR

Una vez hecho el análisis para obtener las dos formulaciones de las barras optimizadas, se elaboraron barras de éstas y se sometieron a la prueba con consumidor para establecer la formulación preferida, a la cual se realizó la caracterización.

5.3.1. Pruebas con consumidor

Prueba preliminar con pregunta abierta

Ares (comunicación personal, 25 de octubre, 2016) argumenta que uno de los puntos fundamentales de las preguntas CATA es que los términos permitan caracterizar las muestras y detectar diferencias entre ellas, pero también que sean parte del vocabulario común que los consumidores usarían para describir los productos. Para esto se presentó a 20 panelistas no entrenados muestras de las barras optimizadas y se les pidió que las describieran de forma libre.

Tabla 19. Respuestas de la prueba sensorial con pregunta abierta

<i>Descriptor</i>	<i>Repeticiones</i>	<i>Descriptor</i>	<i>Repeticiones</i>
Poco dulce	24	Pegajosa	14
Poco acida	16	Tostada	30
Arenosa	18	Crocante	28
Dura	20	Sabor fuerte	18
Olor agradable	22	Sabor a nuez	20
Rica	18	Sabor a avena	28
Fea	18	Sin sabor	12
Seca	24	Sabor raro	12

Como se puede observar en la tabla 19, los panelistas usaron términos que expresan intensidad como “poco” o “fuerte” dejando incompleto el espectro del atributo, ante eso continuando con lo dicho por Ares (comunicación personal, 25 de octubre, 2016) si en la lista generada no aparecían términos particularmente relevantes, éstos se podían colocar arbitrariamente para redondear la prueba. Entonces, ya que la prueba preliminar arrojó resultados sensoriales tanto de sabor, como de aroma y textura se decidió complementar lo que iría en la prueba CATA con atributos que completaran los rangos de intensidad como se observa en la tabla 20.

Tabla 20. Atributos para la prueba CATA

Muy dulce	Olor no tan agradable	Crocante
Poco dulce	Rica	Amarga
Muy acida	No muy rica	Sabor fuerte
Poco acida	Fea	Sabor suave
Arenosa	Seca	Sabor a nuez
Dura	Húmeda	Sabor a avena
Suave	Pegajosa	Sin sabor
Olor agradable	Tostada	Sabor raro

Nota. Los atributos resaltados en negrilla son los agregados a los resultantes de la prueba preliminar.

Cabe resaltar que para entender el vocabulario establecido por los panelistas en la prueba se hizo una reunión posterior donde explican a qué se refieren cuando escriben algunos atributos y así poder replicar la explicación a los participantes de la prueba CATA y su correspondiente análisis.

Ante esto quedaron definidos conceptos como el de “sabor suave” y “sabor fuerte” que para algunas personas podrían denotar sabores de productos frescos y fermentados respectivamente pero en el caso de la prueba y sus participantes quieren denotar la intensidad general del sabor y su duración en boca.

También se definió el concepto de “pegajosa” como la capacidad que tenía la barra de pegarse a los dientes o el paladar debido a la cantidad de jarabe invertido presente en ella. Al escuchar todos estos conceptos también se tomó la decisión de agregar el término “amargo” que podría confundirse con “sabor raro”.

Según Jaeger et al. (2015) y Ares, Antúñez, Giménez & Jaeger (2015) la cantidad de términos finales respecto al número de muestras y al tipo de panelista que va a realizar la prueba es correcto mientras que no superen los 28 términos, después de este valor la prueba podría verse afectada por dilución, un término que en ese contexto es la afectación del análisis de correspondencia y los gráficos contruidos con este. Los mismos autores recomiendan generar tablas con antónimos y rangos de intensidad para recortar el número de descriptores evitando los sinónimos como efectivamente se hizo y se muestra en la tabla 20.

Prueba CATA

Seguido al pretratamiento se realizó la prueba a los 60 consumidores de la cual se recopilaron los resultados y se corrieron las siguientes pruebas estadísticas.

- **Test de Cochran Q**

Se realizó el test Q de Cochran para conocer si existe diferencia significativa entre las muestras por cada descriptor incluido en la prueba, obteniendo los resultados que se presentan en la tabla 21.

Tabla 21. Test de Cochran Q

<i>Atributos</i>	<i>valores-p</i>	<i>318</i>	<i>756</i>
Muy dulce*	0,046	0,311 (a)	0,180 (a)
Poco dulce	0,223	0,311 (a)	0,426 (a)
Muy acida	0,157	0 (a)	0,033 (a)
Poco acida	1,000	0,131 (a)	0,131 (a)
Arenosa	0,564	0,328 (a)	0,361 (a)
Dura	0,317	0,197 (a)	0,148 (a)
Suave*	0,018	0,492 (b)	0,328 (a)
Olor agradable	0,593	0,180 (a)	0,213 (a)
Olor no tan agradable	0,527	0,148 (a)	0,180 (a)
Rica	0,071	0,443 (a)	0,328 (a)
No muy rica	0,593	0,164 (a)	0,197 (a)
Fea	0,317	0,082 (a)	0,066 (a)
Seca	0,090	0,361 (a)	0,475 (a)
Húmeda	0,180	0,131 (a)	0,082 (a)
Pegajosa	0,317	0 (a)	0,016 (a)
Tostada	0,275	0,328 (a)	0,410 (a)
Crocante*	0,039	0,525 (a)	0,377 (a)
Amarga*	0,021	0,049 (a)	0,180 (b)
Sabor fuerte*	0,033	0,066 (a)	0,197 (a)
Sabor suave	0,275	0,393 (a)	0,311 (a)
Sabor a nuez	0,221	0,311 (a)	0,213 (a)
Sabor a avena	0,180	0,459 (a)	0,361 (a)
Sin sabor	0,166	0,098 (a)	0,180 (a)
Sabor raro	0,059	0,180 (a)	0,311 (a)

Interpretando los datos de la tabla de acuerdo a lo señalado por Ares et al. (2013), al utilizar esta técnica se puede observar que, de los 24 atributos utilizados, 5 (marcados con asterisco) tuvieron valores p bajos respecto al umbral de significancia ($p \leq 0,05$) sugiriendo que los panelistas sintieron particularmente diferentes estos aspectos entre las muestras. Para confirmar esto también se realizó una prueba de comparaciones de pares múltiples. Los resultados de esta última corresponden a las letras situadas a la derecha de los datos numéricos que representan la proporción veces que se marcó el atributo (tabla 21), mostrando que verdaderamente fueron los atributos de “amargo” y “suave” los que se diferenciaron más entre las dos muestras. A grandes rasgos en estos atributos ya se puede notar que la barra 756 fue significativamente más amarga

que la 318 y esta a su vez fue más suave que la 756. Esto corresponde a que la barra 756 cuenta en su formulación con un porcentaje más alto de jarabe invertido (30,2%), lo que la hace dura y cuenta con mayor cantidad de harina de grillo (35, 46%) lo que podría pasar al consumidor como sabor amargo debido a que ningún panelista conocía el sabor de la harina pura.

- **Tabla de contingencia y análisis de correspondencia (AC)**

La tabla de contingencia (tabla 22) fue construida con los datos de frecuencia de los resultados de la prueba CATA. En esta también se tiene en cuenta la puntuación de la barra ideal, con esto se empieza a obtener el análisis de correspondencia que muestra gráficamente de manera bidimensional el lugar de cada atributo, las barras evaluadas y la barra ideal.

Tabla 22. Tabla de contingencia

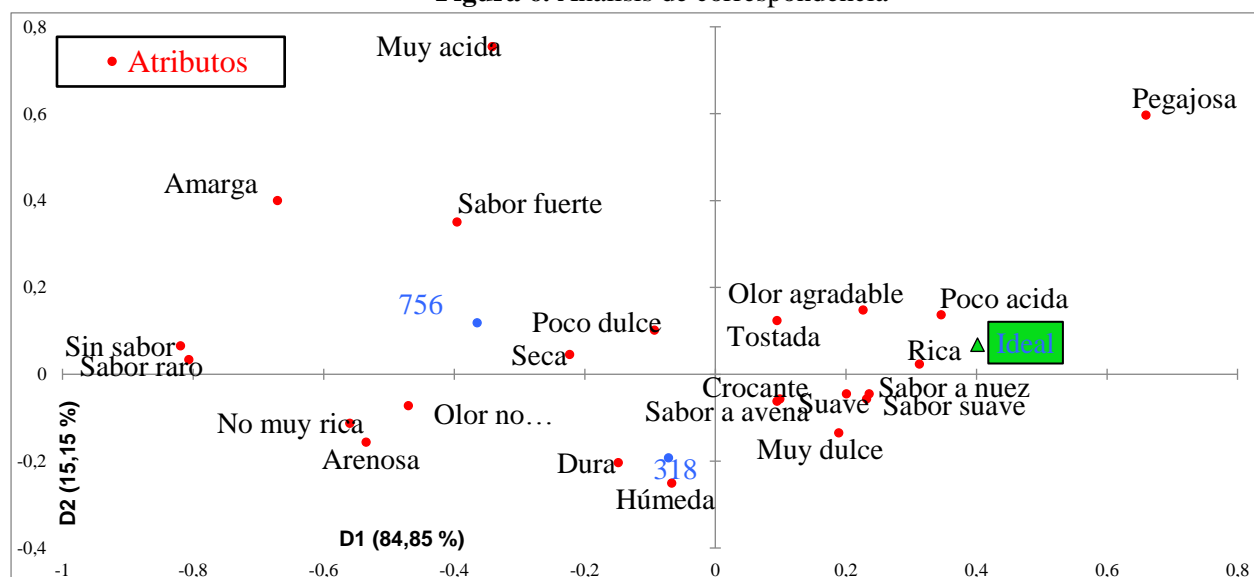
<i>Descriptor</i>	<i>318</i>	<i>756</i>	<i>Ideal</i>	<i>Descriptor</i>	<i>318</i>	<i>756</i>	<i>Ideal</i>
Muy dulce	19	11	21	Seca	22	29	18
Poco dulce	19	26	22	Húmeda	8	5	5
Muy acida	0	2	1	Pegajosa	0	1	3
Poco acida	8	8	18	Tostada	20	25	32
Arenosa	20	22	4	Crocante	32	23	42
Dura	12	9	7	Amarga	3	11	2
Suave	30	20	40	Sabor fuerte	4	12	5
Olor agradable	11	13	22	Sabor suave	24	19	27
Olor no tan agradable	9	11	3	Sabor a nuez	19	13	26
Rica	27	20	46	Sabor a avena	28	22	31
No muy rica	10	12	2	Sin sabor	6	11	0
Fea	5	4	0	Sabor raro	11	19	0

La tabla 22 contiene aspectos con los que ya se puede empezar a formar una idea sobre cual barra puede ser la más parecida a la ideal que se describe como una barra suave, rica, tostada, crocante y con sabor a avena.

El programa antes de generar la gráfica hace un cálculo de los valores propios, cuyo objetivo es explicar la mayor parte de la variabilidad entre distintas variables aleatorias observables en términos de un número menor de variables aleatorias no observables. La calidad del análisis puede ser evaluada consultando la tabla de los valores propios. Si la suma de estos valores es cercana al total representado, entonces la calidad del análisis es muy alta (XLSTAT, 2016).

Para el caso de este acercamiento la sumatoria expresada en los valores genera una inercia total del 100%, lo que significa que el análisis de correspondencia explica todos los valores en dos dimensiones y su interpretación es de gran exactitud.

Figura 6. Análisis de correspondencia



La figura 6 dispone gráficamente la posición de los productos junto al ideal; la muestra 318 ubicada en la dimensión 1 (D1) en los valores negativos y la dimensión 2 (D2) en los valores negativos, se encuentra más cerca del cluster donde se encuentran los atributos ligados al producto ideal mientras que la muestra 756 ubicada en la dimensión 1 en los valores negativos y la dimensión 2 en los valores positivos más lejos de la ideal y ubicada en el cuadrante de los atributos problemáticos como “amargo”, “muy ácido”, “sabor raro” y “sin sabor”; estos descriptores pueden ser intensos debido a la concentración de harina de grillo presente en esta (35, 46%). En investigaciones como la realizada por Oliveira et al. (2015) donde evaluaron barras de cereal con chocolate observaron cómo los atributos negativos como el sabor amargo debía estar gráficamente en otro cuadrante de la barra preferida. Se puede observar que este mismo atributo junto a otros descriptores negativos se encuentran en un cuadrante diferente tanto a la barra ideal como a la barra 318 que ha mostrado potencial a ser la mejor en este punto de la prueba.

• Correlación entre atributos

Los descriptores se correlacionaron (tabla 23) con el objetivo de comparar que atributos son inversos en la prueba CATA y su relación con la prueba hedónica.

Se pueden notar las relaciones esperadas como por ejemplo el hecho de que al marcar “muy dulce” la correlación con los descriptores “poco dulce” y “muy ácida” es altamente negativa.

Entre los puntos resaltables se puede observar la relación que tiene la cantidad de dulce con el atributo “pegajoso” (0,918) que tiene que ver entonces con la cantidad de azúcar y la relación altamente negativa entre el descriptor rica y amarga (-0,944). Estos resultados también son

evidencia que la prueba fue entendida por los panelistas y fueron consecuentes con sus resultados. La tabla completa de correlaciones se encuentra en el anexo 8.

Tabla 23 Tabla de Correlaciones (Extracto)

	<i>Muy dulce</i>	<i>Poco dulce</i>	<i>Muy acida</i>	<i>Poco acida</i>	<i>Pegajosa</i>	<i>Amarga</i>
Muy dulce	1	-0,591	-0,806	-0,120	0,918	...
Poco dulce	-0,591	1	-0,850	0,010	-0,818	...
Muy acida	-0,806	-0,850	1	-0,749	-0,539	...
Poco acida	-0,120	0,010	-0,749	1	-0,715	...
Rica	-0,944

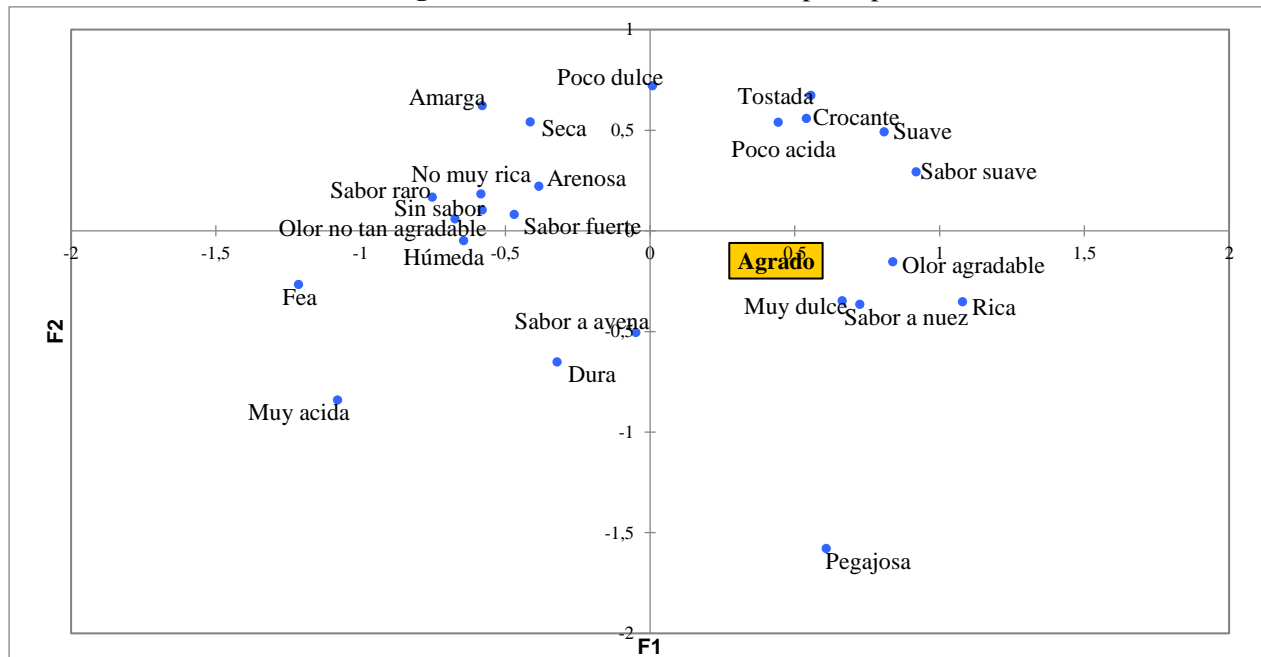
Respecto al agrado (liking) en la tabla 24 vuelven a salir atributos como “rica”, “suave” y “crocante” con correlaciones positivas frente a la prueba hedónica, y aunque no son valores tan altos, como se muestra en la figura 7, cuyo cluster no es tan marcado como el análisis de correspondencia, hay una relación entre los cuadrantes y la distancia lineal de los atributos del más negativo al más positivo.

Tabla 24 Tabla de Correlaciones respecto al agrado

	Agrado		Agrado		Agrado
Muy dulce	0,224	Olor no tan agradable	-0,363	Crocante	0,237
Poco dulce	0,061	Rica	0,418	Amarga*	-0,332
Muy acida	-0,239	No muy rica	-0,151	Sabor fuerte	-0,139
Poco acida	0,045	Fea*	-0,421	Sabor suave	0,423
Arenosa	-0,199	Seca	-0,234	Sabor a nuez	0,191
Dura	-0,113	Húmeda	-0,207	Sabor a avena	0,050
Suave	0,358	Pegajosa	0,029	Sin sabor	-0,205
Olor agradable	0,383	Tostada	0,153	Sabor raro*	-0,417

Además del análisis de coordenadas principales se realizó una prueba ANOVA para determinar si existía una diferencia significativa general entre la muestras, encontrando, que la muestra 318 con una media en el agrado de 4,016 fue significativamente superior al puntaje medio de la muestras 756 (3,393) con un intervalo de confianza del 95%. Lo anterior soporta la información mostrada en la Figura 6 donde se muestra que la muestra 318 está ubicada más cerca del producto ideal con una puntuación en agrado teórica de 5.

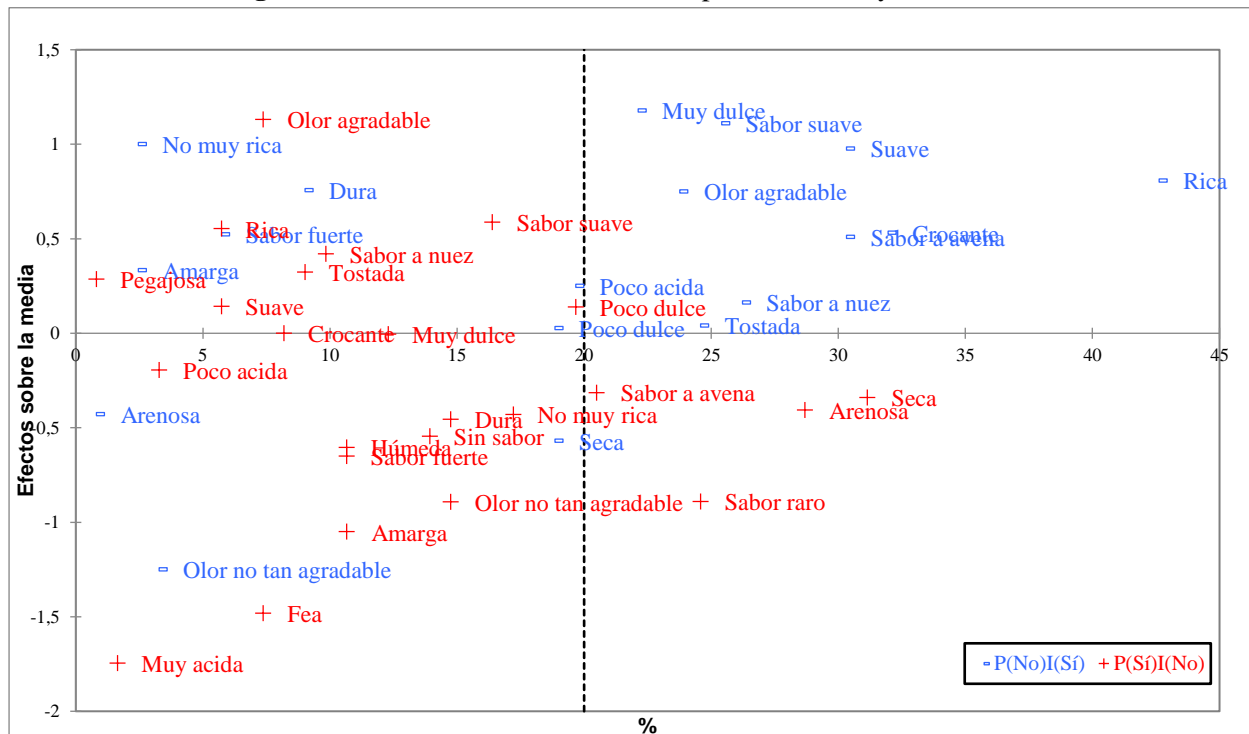
Figura 7. Análisis de coordenadas principales



- **Penalty Analysis (PA)**

Se realiza finalmente el PA para identificar los atributos potenciales respecto al producto ideal y con esto definir la barra optimizada ideal.

Figura 8. Diferencia sobre la media del producto ideal y los atributos



En la figura 8 se puede ver que atributos afectan la media de manera positiva (valores azules) y cuales los afectan de manera negativa (valores rojos); estos valores han sido el resultado de una prueba de Kruskal-Wallis para cada factor con un nivel de confianza del 95%. Se puede ver que el atributo “rica”, que ha estado en todos los tratamientos como factor atractivo al consumidor es el que más aumenta la media del producto ideal de forma positiva en el 42,6% y de forma negativa alrededor de un 5% siendo según la prueba un factor significativo que se debe tener. Estas relaciones o penalidades son las que al final generan los atributos necesarios, que tienen influencia en el producto, que son indiferentes o que no deben presentarse debido a su condición negativa en el producto. Gráficamente, distancias muy cortas entre factores azules y su contraparte rojo denotan indiferencia definitiva del atributo presente en el producto como lo muestra Ares et al. (2013) en su estudio con manzanas que demostraba como la mayoría de atributos en varias especies del fruto eran indiferentes entre ellas.

Tabla 25 Resumen del PA

Necesario	No tiene influencia	Indiferente	Negativo
Suave	Tostada	Muy dulce	Arenosa
Rica	Sabor a avena	Poco dulce	Sabor raro
Crocante		Poco acida	
		Dura	
		Olor no tan agradable	
		No muy rica	
		Seca	
		Húmeda	
		Pegajosa	
		Sabor fuerte	
		Sabor suave	
		Sabor a nuez	
		Sin sabor	

Finalmente, el estudio con consumidor termina con el resumen del PA (tabla 25) que muestra los atributos que debió tener en mayor frecuencia la barra final para ser la más similar a la ideal. De acuerdo a esto y lo observado desde la tabla de contingencia (tabla 22) la barra que más se acerca a un producto ideal es la OMR1 codificada como 318 sobre todo atributo necesario y con las menores frecuencias de los atributos negativos. Un punto para tener en cuenta es que esta es la barra con menor cantidad de carbohidratos, por lo tanto, menor cantidad de jarabe invertido, lo que indica que al maximizar el jarabe invertido no hubo preferencia en sabor.

5.3.2. Caracterización de la barra final

Tabla 26. Análisis proximal de la formulación final seleccionada (OMR1)

<i>Análisis</i>	<i>Resultado</i>	<i>Unidad</i>
Humedad	4,2	g/100g
Proteína (Nx6,25)	36,42	g/100g
Grasas Totales	14,53	g/100g
Cenizas	1,81	g/100g
Fibra Cruda	6,25	g/100g
Carbohidratos totales	36,79	g/100g
Calorías	423,61	kCal/100g

Como se observa en la tabla 26, los resultados de humedad, proteína y carbohidratos totales son muy similares a las respuestas predichas por el modelo de la OMR 1 en la tabla 17, lo que indica que los modelos cúbicos representan adecuadamente el comportamiento de estas variables de respuesta respecto a la composición de la mezcla en la zona de la gráfica donde se ubica la formulación final, dada su similitud a la formulación 3 del diseño de mezclas de la tabla 4.

La barra final con un porcentaje maximizado de proteína, aporta 8,38g de este macronutriente, por lo tanto es un alimento denominado ‘buena fuente de proteína’ ya que aporta el 16,76% del valor diario recomendado según la resolución 333. El porcentaje de proteína de la barra final es bastante mayor respecto a la barra comercial ‘natura avena’ la cual con 11,9%, aporta el mayor porcentaje de éste nutriente en barras comerciales en México según Dávila (2007) en la tabla 3. La humedad de la formulación final cumple con lo requerido en la norma NTC 3749 para cereales listos para el desayuno, ya que tiene una humedad menor a 6%, y aunque según Iñarrute (2001) los cereales en barra presentan niveles de humedad de 5 a 13%, se logró una humedad menor a este rango, lo que favorece su estabilidad en el almacenamiento.

Comparando con la composición de las barras de cereal comerciales en la tabla 3, se tiene un 11,21% de carbohidratos totales menos respecto al menor valor en dicho estudio, que es de 48% en la barra ‘All Bran cosecha frutal’, esto se debe a que la barra final aporta menor cantidad de azúcares simples del jarabe invertido al minimizar el porcentaje de carbohidratos totales. El contenido de grasa de la barra final también se compara con la tabla 3 en la que se observa que éste oscila entre 5,2 y 23,6%, por lo tanto, la formulación final contiene un porcentaje de grasa intermedio, similar al de barra comercial ‘plus vita’.

En cuanto a la fibra, la formulación final tiene un contenido similar al de la barra comercial ‘fruty snack’ que se encuentra en la tabla 3, en esta tabla el contenido de fibra en las barras comerciales está entre 0,9 y 19,7%, por lo tanto la formulación final tiene un contenido de medio a bajo respecto a éstas. En esta misma tabla, la energía contenida en las barras comerciales va desde 324 a 491 kCal/100g, por lo tanto, la formulación final tiene un contenido energético de medio a alto

respecto a este rango, y su aporte de energía es similar al de la barra 'zucaritas'. Se debe tener en cuenta que dicha cantidad de kCal de la barra comercial las aportan en mayor proporción los carbohidratos totales (76%), en cambio en la barra final de este estudio, las kCal son aportadas en proporciones similares por el porcentaje de proteínas y por el de carbohidratos.

Tomando como referencia la investigación de Medina (2016) sobre el desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo, donde el máximo porcentaje de cenizas que se obtuvo fue de 1,63%, la barra final del presente estudio tuvo un 0,18% más de cenizas. Aunque hay poca diferencia, esta se puede deber a que la autora del estudio de referencia utilizó más sustancias aglutinantes que confieren humedad como sirope de maíz, glicerina, aceite de maíz y miel, y por tanto disminuyen el porcentaje de cenizas. Comparando con la norma NTC 3749 para cereales listos para el desayuno, la cual requiere máximo 5% de ceniza, se observa en la tabla 26 que la barra final cumple con la norma.

6. CONCLUSIONES

Se desarrollaron doce formulaciones de barras tipo granola mediante la herramienta de diseño de mezclas incorporando harina de *Acheta domesticus*, que permitieron determinar el efecto de las proporciones de los componentes sobre las características humedad, contenido de proteína, carbohidratos totales y fracturabilidad, encontrando que esta metodología proporciona mucha información que facilita el diseño de nuevos productos al reducir la cantidad de muestras físicas para obtener formulaciones optimizadas.

La formulación obtenida a partir del diseño de mezclas con 50% de granola, 25% de jarabe invertido y 25% de harina de grillos, fue la que presentó la mejor composición de aminoácidos respecto al patrón de la FAO, ya que sobrepasó las cantidades definidas en 6 de los 9 aminoácidos esenciales y es la que más se acercó al requerimiento diario, sin embargo, el consumo de una barra de 23g de ésta no supliría el requerimiento diario de proteína para un adulto de 60kg.

La optimización dio lugar a dos barras, una compuesta de 50% de granola, 24,9% de jarabe invertido y 25,1% de harina de grillo de apariencia aparentemente quebradiza y menos dulce debido su cantidad más baja de jarabe invertido y por otro lado una barra contaba en su composición 34,34% de granola, 35,46% de jarabe invertido y 24,60% de harina de grillo que por su composición se podía inferir que era más dulce y dura.

Luego de evaluar las barras optimizadas, se estableció que la mejor formulación de acuerdo a sus características fisicoquímicas y sensoriales fue la realizada con 50% de granola, 24,9% de jarabe invertido y 25,1% de harina de grillo; ya que tuvo un valor óptimo de conveniencia de 0,87, es decir que se ajustó al 87% de los objetivos de la optimización los cuales incluían maximizar la humedad y la proteína, minimizar los carbohidratos y establecer una fracturabilidad de 9,7 N.

La prueba CATA, considerada una nueva técnica en caracterización sensorial y estudio con consumidor pudo comparar las dos barras tipo granola con un ideal definido por el consumidor, además, se logró demostrar que los atributos de las barras diferían estadísticamente obteniendo que la barra más cercana a la ideal debía ser más rica, suave y crocante respecto a su contraparte que se mostraba arenosa y de sabor raro.

En cuanto a las propiedades sensoriales la barra compuesta de 50% de granola, 24,9% de jarabe y 25,1% de harina de grillo fue superior según los resultados de las pruebas CATA y del Penalty Analysis, ya que posee con mayor frecuencia todos los atributos organolépticos necesarios y fue similar a la barra ideal definida por el consumidor. Adicionalmente esta barra, es similar a la formulación que mejor composición teórica de aminoácidos presento, por lo tanto, tiene la mejor calidad proteica.

En la caracterización final de la formulación preferida por los consumidores se obtuvieron porcentajes de carbohidratos totales, proteína y humedad muy similares a los predichos por los modelos cúbicos en la optimización multi-respuesta, lo que indica que dichos modelos representan adecuadamente el comportamiento de estas variables de respuesta respecto a las proporciones de los componentes en la mezcla. La formulación final puede denominarse ‘buena fuente de proteína’ ya que aporta el 16,76% del valor diario recomendado, el porcentaje de humedad cumple con la norma y el porcentaje de carbohidratos totales es menor que las barras comerciales.

Se formuló una barra tipo granola con características sensoriales agradables y con cualidades fisicoquímicas que se adaptaron a la normatividad descrita en los límites definidos por la investigación a partir de harina de grillo (*Acheta domesticus*), lo que demuestra que esta materia prima promisoría puede ser la clave para producir alimentos con alto porcentaje de proteína que permitiría por ejemplo a la comunidad del Sisben 1 que presenta un 49,7% en la prevalencia de deficiencia de este nutriente, acceder fácilmente a este.

7. RECOMENDACIONES

Utilizar otro aglomerante además del jarabe invertido, como la miel o alguna grasa para mejorar la compactación y disminuir la dureza de la barra. Se podría elaborar una mezcla de azúcar y miel a punto caramelo y no a punto de bola fuerte para que las barras no tengan una fracturabilidad tan alta, y utilizar glicerina que mantiene una masa flexible, ayudando a reducir la actividad acuosa y la pegajosidad y mantener la suavidad de la barra a través de su vida de anaquel.

Efectuar un estudio de estabilidad o vida útil a la formulación final, ya que se ha sugerido que la dureza de la barra durante el almacenamiento puede ser afectada por muchos factores tales como la temperatura y humedad del ambiente, el tamaño y forma del producto. Es por esa razón que es importante desarrollar un empaque para controlar los factores anteriormente mencionados y conservar las propiedades de la barra de cereal.

Realizar un aminograma para determinar experimentalmente el aporte real de aminoácidos esenciales de la formulación final. En el caso de confirmar la composición teórica en cuanto a éstos en la barra final, incluir un complemento proteico con el que se supla la cantidad necesaria de isoleucina, lisina y valina, como ovoalbúmina, aceite de soya, almendras, fríjol, leche en polvo o proteína aislada de suero, arveja o soya. Estas fuentes también pueden aumentar los contenidos de proteína, fibra, cenizas, minerales como Ca, Mg, Na, K, P, Zn y aminoácidos esenciales.

Incluir en la formulación una esencia o saborizante para mejorar el atributo de sabor. Los frutos deshidratados también son una buena opción ya que además de aportar el sabor frutal, mantienen una gran proporción de su valor nutritivo original (vitaminas, minerales y fibra) si el proceso de deshidratación se realiza en forma adecuada, por lo tanto aumentaría los nutrientes de las barras.

8. REFERENCIAS

8.1. Trabajos de investigación

Giraldo, D (2015). *Insectos comestibles, primer paso al futuro*. Ponencia presentada en el XVIII Encuentro Nacional y XII Internacional de Semilleros de Investigación, Universidad Santiago de Cali, Cali.

8.2. Revistas

Aigster, A; Duncan, S; Conforti, F; Barbeau, W. (2011, December) Physicochemical properties and sensory attributes of resistant starch-supplemented granola bars and cereals. Virginia, USA. *Rev LWT - Food Science and Technology* Vol. 44, Issue 10, p 2159–2165
<http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S0023643811002192>

Aragão, F.J.L. et al. (1999) Expression of a methionine-rich storage albumin from the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* H.B.K., Lecythidaceae) in transgenic bean plants (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae). Brasília, Brasil. *Genetics and Molecular Biology*. Vol. 22, n.3, p. 445-449.
<http://www.scielo.br/pdf/gmb/v22n3/22n3a26.pdf>

Ares, G ; Antúnez, L; Giménez, A; Jaeger, S . (2015, June) List length has little impact on consumers' visual attention to CATA questions. Montevideo-Auckland. *Food Quality and Preference*. Vol. 42, p 100–109.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329315000269>

Ares, G; Tárrega, A; Izquierdo, L; Jaeger, S. (September, 2013). Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. Montevideo, Uruguay. . *Food Quality and Preference*. Vol. 31, p 135–141. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329313001444>

Ares, G; Dauber, C; Fernández, E; Giménez, A; Varela, P. (May, 2013). Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation. Montevideo, Uruguay. *Food Quality and Preference*. In press

Caparros, R. et.al. (2016, September). Consumer acceptance of insect-based alternative meat products in Western countries. Gembloux, Belgium. *Rev. Food Quality and Preference*. Vol. 52, p. 237–243.
<http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S095032931630091X>

- Fessler, D., & Navarette, C. (2003). Meat is good to taboo: Dietary proscriptions as a product of the interaction of psychological mechanisms and social processes. *Journal of Cognition and Culture*. Vol. 3, p. 1-40
- Gutierrez et.al. (2008, Diciembre). Alimento para niños preparado con harinas de maíz de calidad proteínica y garbanzo extruidos. Caracas, Venezuela. *Rev. Iterciencia*. Vol.33, No.12, p. 868-874. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008001200004
- Itterbeeck, J. Huis, A (2012). Environmental manipulation for edible insect procurement: a historical perspective. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8:3 <http://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-4269-8-3>
- Jaeger, S; Beresford, K; Paisley, A; Antúnez, L; Vidal, L; Silva, R; Giménez, A; Ares, G. (2015, June) Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. Montevideo-Auckland. *Food Quality and Preference*. Vol. 42, p 154–164. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329315000348>
- Koide, S.S. (1998). Chitin-chitosan: properties, benefits and risks. *Nutrition Research*, 18 (6): 1091-1101.
- Manoukian, E. B. (1986). Mathematical nonparametric statistics. New York, NY: Gordon & Breach.
- Nuñez, M. (2002). OPTIMIZACION DE MULTIPLES RESPUESTAS POR EL METODO DE LA FUNCION DE CONVENIENCIA PARA UN DISEÑO DE MEZCLAS. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Ciudad de La Habana, Cuba. *Rev. Investigación Operacional*. Vol.23, No.1, p. 83-89. <https://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/files/23102/IO-23102-8.pdf>
- Olivera, Ferreyra, Giacomino, Curia, Pellegrino, Fournier y Apro (2012, Septiembre). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. Argentina. *Rev. Chilena de Nutrición* Vol.39, No.3, p. 18-25. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182012000300003
- Oliveira, T; Borges, A; Cadena, R; Menezes, E; Marcellini, P; Deliza, R. (2015). Chocolate cereal bars: Sensory characterization by Check-all-that-apply (CATA) technique and consumer test. PANGBORN SENSORY SCIENCE SYMPOSIUM, P1.021
- Parente, M. E., Manzoni, A. V., & Ares, G. (2011). External preference mapping of commercial antiaging creams based on consumers' responses to a check-allthat- apply question. *Journal of Sensory Studies*, 26, 158–166.

- Plaehn, D. (2012). CATA penalty/reward. *Food Quality and Preference*, 24, 141–152.
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C., Cerón E., y Pérez D. (2007), POTENCIAL NUTRICIONAL DE HARINAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W) VARIEDAD PIARTAL EN LOS ANDES COLOMBIANOS SEGUNDA PARTE. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca. *Rev. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol.5, No.2, p. 44-53.
<http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/58/45>
- Rumpold, B. A & Schlüter, O. K. (2011). Potential and challenges of insects as an innovative source for food and. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. p.1-11.
<http://buglady.dk/wp-content/uploads/2015/02/Potential-and-challenges-of-insects-as-an-innovative-source-for-food-and.pdf>
- Sánchez, M., Barroso, F. y Manzano, F. (2013, December). Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. Almería, Spain. *Rev. Journal of Cleaner Production*. Vol. 65, p. 16–27.
<http://www.sciencedirect.com/hemeroteca.lasalle.edu.co/science/article/pii/S095965261300841X>
- Sutton, M (1995, September) Archaeological aspects of insect use. Bakersfield, USA. *Journal of Archaeological Method and Theory* Vol.3 Issue 3. p. 253-298.
<http://link.springer.com/article/10.1007/BF02229009>
- Ware, J. Sharp, Z. Cave M (1987, June) The ribosomal DNA transcription unit of the house cricket, *Acheta domesticus*. *Biochemical genetics* Vol. 25 p. 345-358. <http://buglady.dk/wp-content/uploads/2015/02/Potential-and-challenges-of-insects-as-an-innovative-source-for-food-and.pdf>
- Xiao, C. (2008) Health Effects of Soy Protein and Isoflavones in Humans. Ottawa, Canada. *Journal of nutrition*. Vol. 138 no. 6 p. 1244S-1249S.
<http://jn.nutrition.org/content/138/6/1244S.full>

8.3. Cibergrafía

- Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (2016, Marzo). *Situación de los insectos en la alimentación humana*. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, España. Extraído el 21 de Junio de 2016 desde http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/INSECTOS_ALIMENTACION_.pdf
- AGR (2014, February). *Consumer Trends - Snack Bars in the United Kingdom*. Global Analysis Report, Market Access Secretariat. Canadá. Extraído el 03 de Agosto de 2016 desde

<http://www.agr.gc.ca/eng/industry-markets-and-trade/statistics-and-market-information/agriculture-and-food-market-information-by-region/europe/market-intelligence/consumer-trends-snack-bars-in-the-united-kingdom/?id=1410083148653>

Arnaldos, García y Presa (2010). *Entomofagia*. Universidad de Murcia, España. Extraído el 04 de Agosto de 2016 <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/23494/1/EFentomofagia.pdf>

Bitty (2016). *About Crickets*. United States. Extraído el 03 de Agosto de 2016 desde <http://bittyfoods.com/collections/frontpage/products/>

Borjas Mendoza, G.M. (2012, Noviembre). Desarrollo de una barra de cereal con miel y polen destinada para el mercado infantil. Zamorano, Honduras. Extraído el 29 de Mayo de 2016 desde <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1027/1/AGI-2012-T006.pdf>

Caparros, R; Alabi, N; Clément, B; Christophe, D; Sabine, P; Aman, H; Éric, F (2014) Optimization of cricket breeding production system for human food in Ratanakiri province (Cambodia). Camdodia. Extraído el 10 de octubre de 2016 desde <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25683556>

Chavez y Ubidia (2015, Mayo). *ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HARINA DE GRILLO (Acheta domesticus) COMO SUSTITUTO DE HARINA DE PESCADO EN DOS LÍNEAS DE TRUCHA ARCOÍRIS (Oncorhynchus mykiss) DURANTE LA ETAPA DE ALEVINAJE*. Sangolquí, Ecuador. Extraído el 24 de Junio de 2016 desde http://www.academia.edu/14137536/ELABORACI%C3%93N_Y_EVALUACI%C3%93N_DE_LA_HARINA_DE_GRILLO_Acheta_domesticus_COMO_SUSTITUTO_DE_HARINA_DE_PESCADO_EN_DOS_L%C3%8DNEAS_DE_TRUCHA_ARCO%C3%8DRIS_Oncorhynchus_mykiss_DURANTE_LA_ETAPA_DE_ALEVINAJE

Codex Alimentarius (2006). NORMA DE CODEX PARA ALIMENTOS ELABORADOS A BASE DE CEREALES PARA LACTANTES Y NIÑOS PEQUEÑOS. Extraído el 24 de Junio de 2016 desde file:///C:/Users/43111023/Downloads/CXS_074s.pdf

Contoa, L. d., Santos, J. d., Veecka, A., & Ponce, G. (2015). Sensory Properties Evaluation of Pine Nut (*Araucaria angustifolia*) Cereal Bars Using Response Surface Methodology. *Chemical engineering transactions*, vol 44 p. 115-121. Extraído 3 de Mayo desde <http://www.aidic.it/frutic/72conto.pdf>

Dávila (2007, Noviembre). *Elaboración de una barra alimentaria rica en Proteína, Fibra y Antioxidantes*. Santiago de Querétaro, México. Extraído el 27 de Junio de 2016 desde <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/2677/1/RI002519.pdf>

DineroClub (7 de agosto de 2013) La Hormiga Culona, un negocio que parecería perfecto. Dineroclub.net. Recuperado de <http://dineroclub.net/la-hormiga-culona-un-negocio-que-pareceria-perfecto/>

Estévez, Escobar y Ugarte (2000, Junio). *Utilización de cotiledones de algarobo (Prosopis chilensis (Mol) Stuntz) en la elaboración de barras de cereales*. Dpto. de Agroindustria y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. U. de Chile, Santiago, Chile. Extraído el 27 de Junio de 2016 desde http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000200006

Fernández y Fariño (2011, Febrero). *Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar la comida chatarra*. Facultad Ingeniería Química, Universidad De Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Extraído el 02 de Agosto de 2016 desde <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2062/1/1063.pdf>

FAO (2013), *Dietary protein quality evaluation in human nutrition*. Rome, Italy. Extraído el 08 de octubre de 2016 desde <http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf>

FAO (2013) *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. Rome, Italy. Extraído el 01 de agosto de 2016 desde <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>

FAO (2013), *Quinoa 2013 año internacional, valor nutricional*. Extraído el 05 de octubre de 2016 desde <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/>

Hardouin, J., Mahoux, G., (2003). *Zootecnie d'insectes – Elevage et utilisation au bénéfice de l'homme et de certains animaux*. Bureau pour l'Echange et la Distribution de l'Information sur le Mini-élevage *BEDIM*, 164 p. http://www.fastonline.org/CD3WD_40/LSTOCK/001/ITProv_May_2005/h4338f%20Zootehnie%20insectes/begin.htm

Hotlix (2016). *InsectNside™ Amber Sucker*. Grover Beach, United States. Extraído el 03 de Agosto de 2016 desde http://hotlix.com/candy/index.php?route=product/product&path=97&product_id=82

Huis, A. v., Itterbeeck, J. V., & Klunder, H. (2013). Extracto de *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. Roma: FAO. Extraído el 01 de agosto de 2016 desde <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>

Hull, P. (2010). *Glucose Syrups: Technology and Applications*. United Kingdom: Wiley-Blackwell. Extraído el 7 de marzo de 2015 desde http://samples.sainsburysebooks.co.uk/9781444314755_sample_381309.pdf

- ICBF. (2005). INFORME ENSIN 2005. En ICBF, INFORME ENSIN 2005 (pág. 245). Bogotá: ICBF. Extraído el 20 de febrero de 2016 desde <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/Ensin%202005.pdf>
- Manco (2006) *CULTIVO DE SACHA INCHI*. San Martín, Perú. Extraído el 05 de octubre de 2016 desde <http://incainchi.es/pdf/1358.pdf>
- Marwaan. M (3 de marzo de 2015) Thai farmers find more money to be made in edible bugs. Asian review. Recuperado de <http://asia.nikkei.com/Life-Arts/Life/Thai-farmers-find-more-money-to-be-made-in-edible-bugs>
- Medina. M. (Diciembre, 2006) Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*). Honduras. Extraído el 23 de Agosto de 2016 desde <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/741/1/AGI-2006-T024.pdf>
- Münke y Halloran (2014, May). Preliminary draft *Discussion paper: Regulatory frameworks influencing insects as food and feed*. Extraído el 21 de Junio de 2016 desde <http://www.fao.org/edible-insects/39620-04ee142dbb758d9a521c619f31e28b004.pdf>
- Nadeem, M., Rehman, S., Anjum, F., Murtaza, M. y Mueen-ud-Din, G. (2012, March). Development, Characterization, and Optimization of Protein Level in Date Bars Using Response Surface Methodology. *Rev. The Scientific World Journal (Pakistan)*. Vol. 2012, 10 pages. Obtenido el 19 de Mayo de 2016 de la base de datos Hindawi Publishing Corporation.
- Nutrasolutions (2015, March) U.S. Nutritional and Cereal Bar Trends Extraído el 20 de mayo de 2016 desde <http://www.preparedfoods.com/articles/115127-us-nutritional-and-cereal-bar-trends>
- Olivera, Giacomino, Pellegrino y Sambucetti (2015, Agosto). *Composición y perfil nutricional de barras de cereales comerciales*. Cátedra de Bromatología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Extraído el 27 de Junio de 2016 desde https://www.researchgate.net/publication/255366249_COMPOSICION_Y_PERFIL_NUTRICIONAL_DE_BARRAS_DE_CEREALES_COMERCIALES
- Prepared Foods (2015, March) *U.S. Nutritional and Cereal Bar Trends*. Troy, United States. Extraído el 03 de Agosto de 2016 desde <http://www.preparedfoods.com/articles/115127-us-nutritional-and-cereal-bar-trends>
- Prochile sede Bogotá (2009), Junio). *ESTUDIO DE MERCADO PRODUCTOS A BASE DE CEREALES – COLOMBIA*. Bogotá, Colombia. Extraído el 03 de Agosto de 2016 desde

http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/noticiero/EstudioMercadoCuyuntura2009/OtrosAlimentos/colombia_productos_cereales_2009_junio.pdf

Rostagno et al. (2005), *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais*. 2ª Edição. Extraído el 05 de octubre de 2016 desde https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Tabelas+brasileiras+-+Rostagno_000gyl1tqvm602wx7ha0b6gs0xfzo6pk5.pdf

STATGRAPHICS (2006). *Diseño de Experimentos –Diseños de Mezclas*. Extraído el 03 de Agosto de 2016 desde <http://www.statgraphics.net/wp-content/uploads/2011/12/tutoriales/DDE%20-%20Disenos%20de%20Mezclas.pdf>

USDA (2016). *Basic Report: 16115, Soy flour, full-fat, raw*. USA. Extraído el 10 de Octubre de 2016 desde <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4852?manu=&fgcd=&ds=>

Wayback Burgers (2015, July). *Cricket Milkshake anyone?* Cheshire, England. Extraído el 03 de Agosto de 2016 desde <http://waybackburgers.com/news/cricket-milkshake-anyone/>

Windsor, M. L.(2001) *Fish Meal*, TORRY ADVISORY NOTE No. 49, USA. Extraído el 20 de Octubre de 2016 desde <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5926e/x5926e00.htm>

XLSTAT (2016). CATA Check-All-That-Apply analysis tutorial in Excel. Extraído el 25 de Octubre de 2016 desde https://help.xlstat.com/customer/en/portal/articles/2062449-running-a-cata-check-all-that-apply-analysis-in-xlstat?b_id=9283

Young, V. R., & Pellett, P. L. (1991). Protein evaluation, amino acid scoring and the food and drug administration's proposed food labelling regulations. *Journal of Nutrition* Vol. 121. p.145–150.

9. ANEXOS

ANEXO 1. FICHA TECNICA DE LA HARINA DE GRILLO



Test Report 2620578

Date : 6-Jan-2014

Page 1 of 2

Client : JR Unique Foods Ltd.,Part.
330 Moo 8
T. Nongsung A. Muang Udonthani 41330 Thailand

The following sample(s) was/were submitted and identified by client as:

Sample Description : 100% Cricket flour (Acheta domestica Sp)
 Sample No. : 2696053
 Sample Condition : Sample is sealed in an aluminium bag.

Date Received : 21-Dec-2013

Date Commenced : 23-Dec-2013

Test Items	Method	LOD	LOQ	Results	Units
Calories	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) : 106	-	-	164	kcal/100g
-Calories from fat		-	-	457	kcal/100g
Saturated fat	AOAC (2008) 996.06 GC/FID	-	0.01	5.67	g/100g
Protein (Nx6.25)	In house method SOP LBAG-00111 based on AOAC (2005) 920.152.930.29.979.09.978.04.930.2 5.930.33.950.48.981.10.950.36	-	-	67.8	g/100g
Carbohydrate	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) : 106	-	-	5.5	g/100g
Dietary Fiber	In house method LBAG-99103 : Based on AOAC(2005)985.29	-	0.5	Less than 0.5	g/100g
Total Sugar As Invert	In house method SOP LBAG-01141 based on AOAC (2005) 974.06	0.03	0.06	2.8	g/100g
Sodium (Na)	In house method SOP LBAG-10555 based on AOAC (2005) 985.35	1.50	5.00	270	mg/100g
Vitamin A (as Retinol)	In-house method SOP LBFD-99076 based on Bull. Dept. Med. Sci. Vol.37 No.1 Jan-March 1995 : P.57-64	1.05	2.1	Not detected	ug/100g
Vitamin B1(Thiamin)	In house method SOP LBFD-00089 based on AOAC (2005) 942.23	0.05	0.08	Not detected	mg/100g

"Any holder of this document is advised that should client or third party information be supplied with respect to the goods or sample, SGS may, at its discretion, attached or indicate such information to the report but SGS makes no warranties or accepts no liable for the veracity or lack thereof of such Information."

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request.
 Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to the Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.
 Publish or advertisement of the result of this document is prohibited, unless prior written approval of the Company.
 Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and sample(s) are retained for 15 days only.
 WARNING: The sample(s) to which the findings recorded herein (the "Findings") relate was(were) drawn and provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample(s). The Company accepts no liability with to the origin or source from which the sample(s) is/are said to be extracted.

SGS (Thailand) Limited | Laboratory Services 41/23 Soi Rama III 59 Rama III Road Chongnonsee Yannawa Bangkok 10120
 t +66 (0)2 683 05 41 294 74 85-90 f +66 (0)2 294 74 84 683 07 58 www.sgs.com

Member of the SGS Group

ANEXO 2. FICHA TECNICA DEL ARROZ INFLADO


	FICHA TÉCNICA			
	ARROZ INFLADO			



Código EAN - 8437009712153

1. Nombre del Producto			
ARROZ INFLADO 250 gr			
2. Ingredientes			
Harina de arroz*, sirope de maíz* y sal.			
* Procedente de agricultura ecológica - Agricultura UE			
3. Características presentación			
FORMATO			
Caja de 6 bolsas de 250 gr			
4. Características organolépticas			
COLOR	SABOR	OLOR	TEXTURA
Blanco	Típico	Típico	Típico
5. Alergeno y OGM's			
Este producto puede contener trazas de glúten, leche, soja y frutos secos. Producto libre OGM's			
6. Información nutricional (por 100 gramos de producto)			
Valor energético	378,5 kcal / 1607,5 kJ		
Grasas	0,5 gr		
Humedad	8 gr		
Hidratos de carbono	87 gr		
de los cuáles azúcares	5 gr		
Proteínas	2,4gr		
Fibra	1 gr		
Sal	1 gr		
7. Información microbiológica		8. Información complementaria	
Mohos /levaduras	< 10 ufc/g	Origen: Italia. Producto envasado en Navarra	
Mésófilos	< 10 ufc/g	Modo de empleo:	
Termófilos	< 10 ufc/g	Añadir en leche, lácteos, bebidas vegetales, etc..	
9. Almacenamiento			
Condiciones de almacenamiento y transporte:		Mantener en lugar fresco y seco a Tª ambiente	
Condiciones una vez abierto :		Consumir en pocos días	

ANEXO 3. FICHA TECNICA DE LA AVENA

 Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TÉCNICA AVENA EN HOJUELAS Y AVENA MOLIDA	CI-260 / 011
		Versión 001
		Página 1 de 6
		Fecha de Emisión: 25-02-15

Descripción

Hojuela de Avena Tradicional

Producto obtenido a partir de la laminación del grano limpio y sano de avena, previamente cortado y sometido a un tratamiento térmico que asegure la inactivación de sus enzimas. En la elaboración de este producto no se han utilizado aditivos ni conservantes químicos.

Los productos de avena integral contienen 6 de los 8 aminoácidos esenciales para nuestro organismo, 65 % de ácidos grasos insaturados y un contenido de Betaglucanos que supera el 5%.

Áreas de aplicación


Bebidas de avena, panificación.

Beneficios

Los productos de avena son considerados uno de los alimentos más saludables para la alimentación humana, esto debido en parte a su condición de alimento integral a base de cereales lo que le agrega un valor importante al producto desde el punto de vista de la nueva visión para la nutrición, fomentada por distintas instituciones dedicadas al área de la salud a nivel mundial, la que promueve la alimentación sana y natural incluyendo la utilización de granos enteros de cereal en la dieta con objeto de aprovechar la totalidad de los componentes nutritivos del cereal para así obtener una nutrición mucho más completa lo que mejorará nuestra salud y calidad de vida.

Dentro de los usos más comunes de la avena están las preparaciones para el desayuno (hojuelas de avena), como ingrediente en alimentos para suplementar la nutrición infantil y de lactantes (harina de avena y hojuelas), como ingrediente en barras de cereal o barras alimenticias para deportistas de alto rendimiento o en diferentes preparaciones culinarias típicas de cada región.

Como alimento, la avena y los productos elaborados a base de este cereal poseen la ventaja de contener el mayor porcentaje de ácidos grasos entre todos los cereales de grano pequeño alcanzando hasta un 9 % dentro de lo cual un 65 % corresponden a ácidos grasos insaturados, posee además carbohidratos de fácil asimilación y un destacable contenido de aminoácidos (proteínas) encontrándose 6 de los 8 aminoácidos esenciales para la dieta humana, lo cual supera por mucho a otros cereales tradicionales como el trigo, el arroz, el maíz o la cebada, a todo lo anterior le debemos sumar su importante contenido de fibras solubles e insolubles y su excepcional contenido en Betaglucanos, un polisacárido que posee enormes cualidades de funcionalidad a la hora de regular y bajar el índice glicémico y el colesterol debido a que controla el metabolismo intestinal regulando la digestión y absorción de las grasas.

 Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TÉCNICA AVENA EN HOJUELAS Y AVENA MOLIDA	CI-260 / 011
		Versión 001
		Página 2 de 6
		Fecha de Emisión:25-02-15

Dosis

Según el producto a elaborar y su formulación.

Composición

Ingredientes

Hojuela de Avena
Vapor de Agua

Contenido

Avena 100%
4 % (se usa solo en cocción, luego se extrae la humedad remanente)

Especificaciones fisico-químicas


Sensoriales

Estado Físico:	Polvo Fino
Color:	Beige
Olor:	Característico del producto
Sabor:	Característico del producto

Libre de partículas/materiales externos: Sin contaminación, libre de materiales externos

Físico Químicas

Humedad	8,00 - 11,50
Proteína	5,1
Fibra cruda (base seca)	Max. 3,00
Cenizas	Mín. 1,20
Grasa total	Mín. 8,00
Acidez Grasa (expresada en ácido oleico)	Max. 6 % (Como porcentaje de la grasa extraída)
Actividad enzimática (lipasa)	Negativa
Aflatoxina Totales (B1-B2-G1-G2)	Max. 5 ppb
Zearalenona	Max. 200 ppb
Dioxinivalenol o Vomitoxina o DON	Max. 1 ppb
Ocratoxina A	Max. 5 ppb
Residuos de Pesticidas	Residuos de Pesticidas De acuerdo a RSA. de Chile D.S 977/96

 Insumos y tecnología para la industria alimentaria	FICHA TÉCNICA AVENA EN HOJUELAS Y AVENA MOLIDA	CI-260 / 011
		Versión 001
		Página 3 de 6
		Fecha de Emisión: 25-02-15

Especificaciones microbiológicas

Parámetros

Recuento Aerobios Mesófilos
Coliformes
E. Coli

Límite por gramo

	n	c	m	M
Recuento Aerobios Mesófilos	5	2	10 ³	10 ⁴
Coliformes	5	2	<3	20
E. Coli	5	0	<3	

Defectos

Parámetros

Hojuelas Gelatinizadas
Hojuelas Degeneradas
Hojuelas Quemadas
Granos sin Aplastar

Límites (100 g de muestra)

Max. 5 Unidades
0 Unidades
0 Unidades
Max. 1 Unidades

Impurezas

Parámetros

Cáscaras
Agujas
Otros

Límites (100 g de muestra)

Max. 4 Unidades
Max. 2 Unidades
0 Unidades

Otros granos de cereales

Parámetros

Trigo
Cebada
Raps

Límites (100 g de muestra)

Max. 30 Unidades
Max. 2 Unidades
Max. 0 Unidades


Malezas

Parámetros

Ballica
Arvejilla
Rábano
Avenilla
Otras

Límites (100 g de muestra)

0 Unidades
0 Unidades
0 Unidades
0 Unidades
0 Unidades

 Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TÉCNICA AVENA EN HOJUELAS Y AVENA MOLIDA	CI-260 / 011
		Versión 001
		Página 4 de 6
		Fecha de Emisión: 25-02-15

Granulometría

Parámetros

Retención Malla No 7
Fondo a través de malla No 25

Límites

35 % Mínimo 75 % Máximo
7,5 Máximo al llegar al cliente

Espesor
Tipo de Granos

0,61 mm a 0,63 mm (0,024")
Cortados Mezclados

Especificaciones de metales pesados

Disponible según requerimiento.

Datos nutricionales

Disponible según requerimiento.

Almacenamiento

Deberá efectuarse en lugar cerrado, con ventilación protegida del ingreso de insectos, en condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa ambiente, separada de productos químicos, maderas, cereales sin procesar o cualquier producto con olores intensos.

VIDA ÚTIL: Desde su elaboración y en condiciones óptimas de almacenamiento, su vida útil es de 12 meses.


Embalaje

Tipo de envase primario:
Tipo de envase secundario (opcional):
Peso:
Color:
Sellado:

Saco Polipropileno Termo Laminado
Bolsa de polietileno
25 Kg y 40Kg.
Blanco con impresión (diseño corporativo).
Costura de hilo única, sin saltos ni defectos.

El producto será envasado sólo en sacos de polipropileno o en sacos con bolsa de polietileno en su interior de acuerdo a requerimientos del cliente, con un peso no superior a 25 Kg. Los envases estarán cerrados, sin pérdidas de alimento. No presentará cierres de tipo metálico (ganchos o grampas).

Nuestros envases cumplen con los límites de monómeros residuales establecidos en el Art. 126 del Reglamento Sanitario de los Alimentos.

 Insumos y tecnología para la Industria alimentaria	FICHA TÉCNICA AVENA EN HOJUELAS Y AVENA MOLIDA	CI-260 / 011
		Versión 001
		Página 5 de 6
		Fecha de Emisión: 25-02-15

ETIQUETADO

Cada envase primario se rotulará con el nombre del componente, ingredientes, peso, nombre y dirección del productor, número de lote de manufactura, fecha de elaboración y fecha de vencimiento, cumpliendo con las reglamentaciones sobre rotulado de alimentos del Reglamento Sanitario de los Alimentos (Párrafo II, Art. 107) o en cumplimiento de las especificaciones especiales del cliente y de la reglamentación legal del país de destino según lo requiera el cliente.

Pureza y legislación

Todos los productos y procesos realizados están en conformidad con:

- Las normativas generales para plantas procesadoras de alimentos impuestas por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile.
- Las normativas para aspectos microbiológicos en alimentos de origen cereal impuestas por el Reglamento Sanitario de los Alimentos Art. 173 punto 5.4
- Las normas impuestas por el Servicio Agrícola y Ganadero de Chile (SAG).

Deben siempre consultarse las regulaciones locales en materia de alimentación referentes a la situación de este producto, ya que la legislación sobre su uso puede variar de un país a otro. Podemos facilitar más información sobre el estado legal de ese producto a petición.

Seguridad y manipulación

La hoja de seguridad del material está disponible según se requiera.


INSTRUCCIONES PARA LA MANIPULACIÓN/PREPARACIÓN

Para las Hojuelas de Avena se recomienda una cocción previa de 3 minutos a temperatura de ebullición.

En las áreas en que se utilice este producto se debe tener la precaución de evitar que se vea expuesto a contaminación microbiológica por mohos, levaduras, enterobacterias y salmonella.

País de origen

La avena usada como materia prima (único ingrediente) en la elaboración de las hojuelas de avena es exclusivamente avena cultivada en Chile y las semillas son producto de un desarrollo llevado a cabo por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Chile desde hace ya 20 años.

	FICHA TÉCNICA AVENA EN HOJUELAS Y AVENA MOLIDA	CI-260 / 011
		Versión 001
		Página 6 de 6
		Fecha de Emisión: 25-02-15

Certificación Kosher

No aplica.

GMO

(Organismos genéticamente modificados)

La avena bruta como materia prima y la hojuela como producto final, no son productos genéticamente modificados.

Alérgenos

Definición del alérgeno: Gluten En el caso específico de la avena, sí contiene gluten, pero en un muy bajo índice (menor a 3 ppm) lo cual debe ser considerado tomando en cuenta los distintos niveles de celiaquía a los que se ve afectado ese tipo de consumidores y las necesidades nutricionales que éstos tienen, las cuales pueden ser suplidas en gran parte por este cereal.

GRUPO VULNERABLE

Personas que padecen celiaquía o intolerancia al gluten.

Clasificación: Bajo contenido en gluten < 3 ppm

CONTROL DE CALIDAD



CIMPA S.A.S. declara que los resultados reportados en el presente certificado, son tomados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizados. Dicha información no exime a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

Avenida Américas 63 - 05
PBX: 420 20 97
Bogotá D.C.

cimpa@cimpa.com.co
www.cimpa.com.co

Parque Agroindustrial de la Sabana
Bodega 97 - 98 . Tel: 091 894 82 25
Km 1 Vía Mosquera - Bogotá

ANEXO 4. FICHA TECNICA DEL MANI SIN SAL

FICHA TECNICA

1) Producto / Nombre Químico

Maní titurado

CODIGO ORACLE: 30001805

2) Calificación:

RIESGO MEDIO

3) Composición:

Ingredientes	%
Maní	100

3.1 Los aditivos utilizados deberán cumplir con lo estipulado por la normativa estándar para aditivos alimentarios del Codex Alimentarius Codex Stan 192-1995.

Aditivo	% Participación	Código SIN / FDA
N/A	N/A	N/A

3.2 Composición Nutricional

	Porción 15 g	Por cada 100g
Valor energético	87kCal	580kCal
Carbohidratos	2g	13,3g
Proteínas	0,78g	5,2g
Grasas totales	7g	46,7g
Grasas saturadas	1g	6,7g
Grasas trans	0g	0,0g
Grasas monoinsaturadas	3g	20,0g
Grasas poli-insaturadas	2g	13,3g
Colesterol	0mg	0,0mg
Fibra total	2g	13,3g
Sodio	0mg	0,0mg

3.3) Declaraciones

El proveedor deberá emitir una Declaración, como parte de la información requerida para su aprobación, antes del primer envío de materia prima y además; anualmente (véase Formato de Declaración Jurada de Proveedor. Cualquier cambio luego de su emisión, deberá ser inmediatamente comunicado para su revisión y aprobación, mediante la actualización total del documento.

a. Declaración de Alérgenos y Tartrazina

Resolución 5109 de 2005 por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o que deben cumplir los alimentos envasados, en la cual se señala:

Parágrafo. Teniendo en cuenta que los siguientes alimentos e ingredientes causan hipersensibilidad, estos deben declararse siempre con su nombre específico, así:

Alimentos Alérgenos / Hipersensibles	Presente en el producto		Presente por contaminación cruzada		Fuente / Origen de la presencia del alérgeno
	Si	No	Si	No	
<i>Cereales que contienen gluten (trigo, centeno, avena, cebada, espelta o sus cepas híbridas, y productos de estos; entre otros).</i>		X		X	N/A
<i>Crustáceos y sus productos.</i>		X		X	N/A
<i>Huevos y subproductos.</i>		X		X	N/A
<i>Pescado y productos pesqueros</i>		X		X	N/A
<i>Maní, soya y sus productos</i>	X			X	Maní
<i>Leche y productos lácteos (lactosa incluida).</i>		X		X	N/A
<i>Núces de árboles y sus productos derivados</i>		X		X	N/A
<i>Sulfito en concentraciones de 10 mg/kg o más.</i>		X		X	N/A

El Ministerio de la Protección Social podrá modificar esta lista, de acuerdo con las investigaciones y desarrollos tecnológicos o las normas o directrices del Codex Alimentarius.

b) Intolerancias

Si la materia prima contiene algún ingrediente intolerante en mención (ver cuadro), se deberá reportar la cantidad presente.

Intolerancias	Límites Máximos
Sulfitos ¹	< 10 ppm
Cereales que contengan gluten ²	< 20 ppm

Fuente: 1. Numeral 8 del Parágrafo del Artículo 5 de la Resolución 5103 de 2005. 2. SEABA /Instituto con radicado 12045560 de 20120605/

No contiene intolerancias en su composición.

C. Ingredientes Genéticamente Modificados

No contiene ingredientes genéticamente modificados.

4) Descripción:

Producto sometido a los procesos de pelado, tostado, tritura y empaque

5) Características Sensoriales

Determinación	Meta	Tipo	Frecuencia	Responsable
Color	Beige - Marrón	C	Cada Entrega	Recepción MP
Sabor	Característico a maní	C		
Apariencia	Trozos de maní	C		

6) Características Físicoquímicas

Determinación	Min	Max	Unidades	Tipo	Método de análisis	Frecuencia	Responsable
Material Extraño	Ausente		Visual	C	NTC 748	Cada entrega	Recepción MP/ Proveedor
Humedad	1	2	%	m	AOC 985.26 / NTC 529		
Tamaño	2	5	mm	C			
Acidez (Ácidos grasos libres)	0	0,8	%	C	FL- LAR30-06 / NTC 218		
Grasa	38	46	%	C	A.A.C.C. Método 30 - 26.8 va. Ed. 1984		
Índice de peróxidos	0	2	MeO ₂ /Kg de grasa	C	FL- LAR30-07 / NTC 236	Semestral	Proveedor
Hierro	0,3	1,5	ppm	m	AOC S 18b-91		
Cobre	0,01	0,1	ppm	m	AOC S 18b-91		
Plomo	0,01	0,1	ppm	m	AOC S 18c-91		
Arsénico	0,01	0,1	ppm	m	AOAC 974.57		
Contaminantes (Según resolución 4506 de 2013)							
Suma de Aflatoxinas (B1,B2,G1 y G2)	0	10	ppb	C	AOAC 050901	Cada Entrega	Proveedor/ Recepción MP
Plaguicidas (Según resolución 2906 de 2007)							
Plaguicidas contemplados en la tabla No. 1 de la Resolución para Maní	Límites contemplados en la resolución para Maní		LMR	C	AOAC 2007.01	Anual	Proveedor

Tipo de defecto:

C: Defecto Crítico: Son defectos que pueden comprometer la estabilidad del producto, presentan riesgo para el consumidor y/o afectan los rendimientos en producción. En este caso la materia prima debe ser rechazada.

m: Defecto menor: Son aquellos que no influyen en la operación o que no perjudican el producto ni rendimiento del material. En este caso la materia prima puede ser aceptada condicional.

Si la presencia de un defecto menor supera el 10% del límite nominal se debe tener en cuenta como defecto crítico.

7) Microbiológicos:

Este alimento es Categoría II

Determinación	Max	Unidades	Método de análisis	Frecuencia	Responsable
<u>Mesófilos aerobios</u>	10000	UFC/g	NTC 4519 (2009 04 15/ICMSF Versión 2000 Método 1.	Cada entrega / Anual o equivalente	Proveedor / Recepción MP
<u>Mohos y levaduras</u>	500	UFC/g	NTC 4132 (1997 05 28) Técnica de recuento de colonias a 25 °C / INVIMA/ ICMSF Versión 2000 método 1		

8) Planes de Muestreo: El muestreo se realiza de acuerdo a la Militar Estándar 105 D, según el tamaño de la muestra, se utiliza un muestreo simple, nivel de Inspección General.

9) Condiciones de Almacenamiento y Transporte:

	Estándar
Etiquetado	<p>Rotulado: contiene mínimo información referente a:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Nombre del producto •Fecha de producción •Fecha de vencimiento •Número de lote •Peso neto •Clasificación de alérgenos. •Lista de ingredientes. •Nombre y dirección del fabricante o importador. •País de Origen. •Condiciones de Conservación o almacenamiento
Empaque	Sacos por 18 kilos Bolsas flexible de nylon polietileno adhesivo
Almacenamiento	<p>Este producto llega en empaques originales, bien cerrados limpios y secos, alejado de luz directa del sol y de la presencia de olores fuertes. Sobre estibas.</p> <p>Temp. de Almacenamiento: 15 – 25°C</p>
Transporte	Debe ser transportada bajo estrictas condiciones sanitarias evitando la existencia de riesgos físicos químicos y microbiológicos.

10) Vida de anaquel: 6 meses. Después de abierto consumase en el menor tiempo posible.

ANEXO 5. FICHA TECNICA DE LA NUEZ DE BRASIL

FICHA TECNICA

1) Producto / Nombre Químico

Nuez de Brazil

2) Calificación:

RIESGO MEDIO

3) Composición

Ingredientes	%
Nuez del brazil	100

3.1) Los aditivos utilizados deberán cumplir con lo estipulado por la normativa estándar para aditivos alimentarios del Codex Alimentarius Codex Stan 192-1995.

Aditivo	% Participación	Código SIN / FDA
N/A	N/A	N/A

3.2) Composición Nutricional:

	Por cada 100g
Valor energético	668kCal
Grasa total	25g
Proteína	0,7 g
Carbohidratos	2,3g
Fibra dietética	8g
Potasio	644mg
Fosforo	674mg
Magnesio	160mg
Calcio	130mg
Vitamina A	4U.I
Vitamina E	9,3mg

4) Descripción:

Producto sometido a los procesos de selección, tostado, tritura y empaque

5) Características Sensoriales:

Determinación	Meta	Tipo	Frecuencia	Responsable
Sabor	Suave característico a las nueces	C	Cada Entrega	Recepción MP
Olor	Suave característico a las nueces	C		
Color	Beige a café claro	C		
Apariencia	Trozos	C		

6) Características Fisicoquímicas:

Determinación	Min	Max	Unidades	Tipo	Método de análisis	Frecuencia	Responsable
Grasa	42	50	%	C	RMN - Minispec / NMR	Cada entrega	Proveedor
Humedad	2.0	4.0	%	C	AOC 985.26 / NTC 572		
Granulometría malla 5	1	20	%	C	NTC 2326 (1987 09 16) Granulometría		
Granulometría malla 8	50	90	%	C	NTC 2326 (1987 09 16) Granulometría		
Granulometría malla 10	2	20	%	C	NTC 2326 (1987 09 16) Granulometría		
Fondo	0	20	%	C	NTC 2326 (1987 09 16) Granulometría		
Material extraño	Ausente		N/A	C			
Contaminantes (Según resolución 4506 de 2013)							
Suma de Aflatoxinas (B1,B2,G1 y G2)	0	15	ppb	C	AOAC 050901	Cada Entrega	Proveedor/ Recepción MP
Plaguicidas (Según resolución 2906 de 2007)							
Plaguicidas contemplados en la tabla No. 1 de la Resolución para nueces de árbol	Límites contemplados en la resolución para nueces de árbol		LMR	C	AOAC 2007.01	Anual	Proveedor

Tipo de defecto:

C: Defecto Crítico: Son defectos que pueden comprometer la estabilidad del producto, presentar riesgo para el consumidor y/o afectar los rendimientos en producción. En este caso la materia prima debe ser rechazada.

M: Defecto Mayor: Son defectos que si bien son críticos originan un efecto negativo en el producto, además pueden reducir la toma importante el rendimiento en proceso. En este caso la materia prima puede ser aceptada condicional, se debe generar una derivación de calidad o no conformidad al proveedor.

Si la presencia de un defecto mayor supera el 15% del límite nominal se debe tener en cuenta como defecto crítico.

m: Defecto menor: Son aquellos que no influyen en la operación o que no perjudican el producto ni el rendimiento del material. En este caso la materia prima puede ser aceptada condicional.

Si la presencia de un defecto menor supera el 10% del límite nominal se debe tener en cuenta como defecto crítico.

7) Microbiológicos


Determinación	Max	Unidades	Tipo	Método de análisis	Frecuencia	Responsable
<u>Mesófilos</u>	10.000	UFC/g	C	NTC 4519 (2009 04 15) Técnica de recuento de colonias a 35 °C / AACC 4211/ICMSF VERSIÓN 2000 METODO 1	Cada entregas	Calidad Materias primas/Proveedor
<u>Coliformes totales</u>	<3	NMP/g	C	INVIMA, BAM 2002 CAPITULO 4, 1 Y 2		
<u>E. Coli</u>	Ausencia	UFC/g	C	INVIMA, BAM 2002 CAPITULO 4, 1 Y 2		
<u>Coliformes Fecales</u>	<3	NMP/g	C	INVIMA, BAM 2002 CAPITULO 4, 1 Y 2		
<u>Hongos y levaduras</u>	300	UFC/g	C	NTC 4132 (1997 05 28) Técnica de recuento de colonias a 25 °C / INVIMA/ ICMSF versión 2000 método 1		
<u>S. Aureus</u>	100	UFC/g	C	NTC 4579		

8) Planes de Muestreo.- El muestreo se realiza de acuerdo a la Militar Estándar 105 D, según el tamaño de la muestra, se utiliza un muestreo simple, nivel de Inspección General.

9) Vida de anaquel: 6 meses. Después de abierto consúmase en el menor tiempo posible.

10) Empaque: Sacos por 25 kilos

ANEXO 6. FICHA TECNICA DEL COCO

	FICHAS TECNICAS DE PRODUCTOS COCO CABELLO DE ANGEL	VERSIÓN: 01
		CÓDIGO: FCP3CC04
		Página 1 de 1

FICHA TÉCNICA DE COCO RALLADO DESHIDRATADO CABELLO DE ÁNGEL

NOMBRE	COCO RALLADO DESHIDRATADO CABELLO DE ÁNGEL
DESCRIPCIÓN	Producto natural a base de coco rallado cortado en pequeñas tiras sin conservantes ni ingredientes adicionales.
DIAMETRO	Las tiras tienen un ancho de 0.8 – 1.0 milímetro cada una.
VIDA ÚTIL	6 meses a partir de la fecha de producción
CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS	Humedad máxima: 6% Proteína: 0.2%
MATERIA VEGETAL EXTRAÑA	Materia vegetal inocua asociada con el producto (trozos de cutícula) <3.0%
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	ORGANOLEPTICAS: Color: blanco; Sabor: característico; Olor: característico; Textura: tiras, delgadas y flexibles
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	Recuento de microorganismos mesófilos <10.000 ufc/g Coliformes totales: <10 ufc/g Coliformes fecales: <10 ufc/g Hongos y Levaduras: <300 ufc/g
FORMA DE CONSUMO	Producto destinado fundamentalmente como materia prima de panadería, pastelería, repostería y otros alimentos o para consumo directo.

Nota: El producto debe conservarse en un lugar fresco y seco, no se debe golpear, presionar, maltratar y se debe mantener en su empaque original sin someterlo a exposiciones prolongadas de luz natural o artificial. Además no se debe almacenar cerca de productos desinfectantes u otros que puedan contaminar.

ANEXO 7. FORMATO PRUEBA CATA

PRUEBA CATA

NOMBRE: _____ EDAD: _____

Frente Usted tiene dos productos, por favor pruébelos en el orden que se le entregan, Pruebe cada producto y responda cada pregunta.

Código de la muestra _____

1. En general el producto:

- ☐ Le gusta mucho
 ☐ Le gusta
 ☐ Ni le gusta ni le disgusta
 ☐ Le disgusta
 ☐ Le disgusta mucho

2. De la siguiente lista marque con una X TODAS las palabras que describen el producto:

<input type="radio"/> Muy dulce	<input type="radio"/> Poco dulce	<input type="radio"/> Muy ácida	<input type="radio"/> Poco ácida
<input type="radio"/> Arenosa	<input type="radio"/> Dura	<input type="radio"/> Suave	<input type="radio"/> Olor agradable
<input type="radio"/> Olor no tan agradable	<input type="radio"/> Rica	<input type="radio"/> No muy rica	<input type="radio"/> Fea
<input type="radio"/> Seca	<input type="radio"/> Húmeda	<input type="radio"/> Pegajosa	<input type="radio"/> Tostada
<input type="radio"/> Crocante	<input type="radio"/> Amarga	<input type="radio"/> Sabor fuerte	<input type="radio"/> Sabor suave
<input type="radio"/> Sabor a nuez	<input type="radio"/> Sabor a avena	<input type="radio"/> Sin sabor	<input type="radio"/> Sabor raro

Código de la muestra _____

3. En general el producto:

- ☐ Le gusta mucho
 ☐ Le gusta
 ☐ Ni le gusta ni le disgusta
 ☐ Le disgusta
 ☐ Le disgusta mucho

4. De la siguiente lista marque con una X TODAS las palabras que describen el producto:

<input type="radio"/> Muy dulce	<input type="radio"/> Poco dulce	<input type="radio"/> Muy ácida	<input type="radio"/> Poco ácida
<input type="radio"/> Arenosa	<input type="radio"/> Dura	<input type="radio"/> Suave	<input type="radio"/> Olor agradable
<input type="radio"/> Olor no tan agradable	<input type="radio"/> Rica	<input type="radio"/> No muy rica	<input type="radio"/> Fea
<input type="radio"/> Seca	<input type="radio"/> Húmeda	<input type="radio"/> Pegajosa	<input type="radio"/> Tostada
<input type="radio"/> Crocante	<input type="radio"/> Amarga	<input type="radio"/> Sabor fuerte	<input type="radio"/> Sabor suave
<input type="radio"/> Sabor a nuez	<input type="radio"/> Sabor a avena	<input type="radio"/> Sin sabor	<input type="radio"/> Sabor raro

5. ¿Cómo sería para usted la barra de cereal perfecta?

<input type="radio"/> Muy dulce	<input type="radio"/> Poco dulce	<input type="radio"/> Muy ácida	<input type="radio"/> Poco ácida
<input type="radio"/> Arenosa	<input type="radio"/> Dura	<input type="radio"/> Suave	<input type="radio"/> Olor agradable
<input type="radio"/> Olor no tan agradable	<input type="radio"/> Rica	<input type="radio"/> No muy rica	<input type="radio"/> Fea
<input type="radio"/> Seca	<input type="radio"/> Húmeda	<input type="radio"/> Pegajosa	<input type="radio"/> Tostada
<input type="radio"/> Crocante	<input type="radio"/> Amarga	<input type="radio"/> Sabor fuerte	<input type="radio"/> Sabor suave
<input type="radio"/> Sabor a nuez	<input type="radio"/> Sabor a avena	<input type="radio"/> Sin sabor	<input type="radio"/> Sabor raro

Muchas gracias por participar!!!

ANEXO 8. TABLA DE CORRELACIONES

	Muy dulce	Poco dulce	Muy acida	Poco acida	Arenosa	Dura	Suave	Olor agradable	Olor no tan agradable	Rica
Muy dulce	1	-0,591	-0,806	-0,120	-0,243	0,349	0,113	0,346	-0,351	0,291
Poco dulce	-0,591	1	-0,850	0,010	0,030	-0,338	0,142	0,089	-0,033	-0,247
Muy acida	-0,806	-0,850	1	-0,749	0,915	0,965	-0,862	-0,785	0,969	-0,855
Poco acida	-0,120	0,010	-0,749	1	0,151	0,036	-0,263	0,231	0,314	0,180
Arenosa	-0,243	0,030	0,915	0,151	1	0,385	-0,242	0,059	0,496	-0,186
Dura	0,349	-0,338	0,965	0,036	0,385	1	-0,707	0,097	0,558	-0,093
Suave	0,113	0,142	-0,862	-0,263	-0,242	-0,707	1	0,444	-0,472	0,552
Olor agradable	0,346	0,089	-0,785	0,231	0,059	0,097	0,444	1	-0,917	0,671
Olor no tan agradable	-0,351	-0,033	0,969	0,314	0,496	0,558	-0,472	-0,917	1	-0,151
Rica	0,291	-0,247	-0,855	0,180	-0,186	-0,093	0,552	0,671	-0,151	1
No muy rica	-0,146	0,586	0,962	0,017	0,275	0,429	-0,165	-0,298	0,454	-0,964
Fea	-0,887	0,103	0,986	-0,836	0,970	0,872	-0,930	-0,868	0,996	-0,924
Seca	-0,376	0,121	-0,865	0,031	0,355	0,258	-0,519	-0,476	0,054	-0,615
Húmeda	-0,184	0,139	0,985	-0,861	0,494	0,685	-0,156	-0,094	0,702	-0,120
Pegajosa	0,918	-0,818	-0,539	-0,715	-0,810	0,939	-0,832	0,936	-0,734	0,876
Tostada	-0,005	0,248	-0,850	0,110	0,314	-0,152	0,031	0,310	-0,314	0,259
Crocante	0,288	-0,071	-0,874	0,267	-0,277	-0,120	0,286	0,161	-0,344	0,409
Amarga	-0,213	-0,134	-0,738	0,346	0,132	0,093	-0,593	-0,324	0,253	-0,944
Sabor fuerte	-0,120	0,010	0,981	0,290	0,340	0,498	-0,631	-0,021	0,519	-0,227
Sabor suave	0,166	-0,051	-0,844	0,233	0,012	-0,216	0,678	0,409	-0,288	0,644
Sabor a nuez	0,010	-0,122	-0,813	-0,150	-0,001	0,141	0,306	0,230	-0,248	0,356
Sabor a avena	0,242	0,142	0,909	0,328	0,158	0,497	-0,081	0,162	0,543	-0,014
Sin sabor	-0,021	0,256	0,978	-0,879	0,468	0,371	-0,192	0,084	0,394	-0,953
Sabor raro	-0,300	0,131	0,944	0,008	0,376	0,428	-0,362	-0,299	0,725	-0,318

ANEXO 8. TABLA DE CORRELACIONES (continuación)

	No muy rica	Fea	Seca	Húmeda	Pegajosa	Tostada	Crocante	Amarga	Sabor fuerte	Sabor suave
Muy dulce	-0,146	-0,887	-0,376	-0,184	0,918	-0,005	0,288	-0,213	-0,120	0,166
Poco dulce	0,586	0,103	0,121	0,139	-0,818	0,248	-0,071	-0,134	0,010	-0,051
Muy acida	0,962	0,986	-0,865	0,985	-0,539	-0,850	-0,874	-0,738	0,981	-0,844
Poco acida	0,017	-0,836	0,031	-0,861	-0,715	0,110	0,267	0,346	0,290	0,233
Arenosa	0,275	0,970	0,355	0,494	-0,810	0,314	-0,277	0,132	0,340	0,012
Dura	0,429	0,872	0,258	0,685	0,939	-0,152	-0,120	0,093	0,498	-0,216
Suave	-0,165	-0,930	-0,519	-0,156	-0,832	0,031	0,286	-0,593	-0,631	0,678
Olor agradable	-0,298	-0,868	-0,476	-0,094	0,936	0,310	0,161	-0,324	-0,021	0,409
Olor no tan agradable	0,454	0,996	0,054	0,702	-0,734	-0,314	-0,344	0,253	0,519	-0,288
Rica	-0,964	-0,924	-0,615	-0,120	0,876	0,259	0,409	-0,944	-0,227	0,644
No muy rica	1	0,665	0,295	0,481	-0,743	-0,180	-0,314	-0,089	0,152	-0,242
Fea	0,665	1	0,326	0,949	-0,633	-0,921	-0,505	0,241	0,529	-0,917
Seca	0,295	0,326	1	0,175	-0,834	-0,322	-0,158	0,330	0,408	-0,500
Húmeda	0,481	0,949	0,175	1	-0,698	-0,364	-0,214	0,108	0,377	-0,342
Pegajosa	-0,743	-0,633	-0,834	-0,698	1	-0,818	-0,844	-0,704	-0,715	-0,813
Tostada	-0,180	-0,921	-0,322	-0,364	-0,818	1	0,358	0,092	0,010	0,398
Crocante	-0,314	-0,505	-0,158	-0,214	-0,844	0,358	1	-0,142	-0,021	0,034
Amarga	-0,089	0,241	0,330	0,108	-0,704	0,092	-0,142	1	0,469	-0,938
Sabor fuerte	0,152	0,529	0,408	0,377	-0,715	0,010	-0,021	0,469	1	-0,572
Sabor suave	-0,242	-0,917	-0,500	-0,342	-0,813	0,398	0,034	-0,938	-0,572	1
Sabor a nuez	0,022	-0,286	-0,351	-0,912	0,913	0,208	0,036	-0,916	-0,150	0,366
Sabor a avena	0,454	0,482	0,270	0,511	0,868	-0,025	-0,082	-0,443	0,235	0,134
Sin sabor	0,536	0,741	0,084	0,583	-0,720	0,344	-0,352	0,321	-0,041	-0,101
Sabor raro	0,543	0,995	0,289	0,638	-0,773	-0,289	-0,233	0,674	0,332	-0,970

ANEXO 8. TABLA DE CORRELACIONES (continuación)

	Sabor a nuez	Sabor a avena	Sin sabor	Sabor raro
Muy dulce	0,010	0,242	-0,021	-0,300
Poco dulce	-0,122	0,142	0,256	0,131
Muy acida	-0,813	0,909	0,978	0,944
Poco acida	-0,150	0,328	-0,879	0,008
Arenosa	-0,001	0,158	0,468	0,376
Dura	0,141	0,497	0,371	0,428
Suave	0,306	-0,081	-0,192	-0,362
Olor agradable	0,230	0,162	0,084	-0,299
Olor no tan agradable	-0,248	0,543	0,394	0,725
Rica	0,356	-0,014	-0,953	-0,318
No muy rica	0,022	0,454	0,536	0,543
Fea	-0,286	0,482	0,741	0,995
Seca	-0,351	0,270	0,084	0,289
Húmeda	-0,912	0,511	0,583	0,638
Pegajosa	0,913	0,868	-0,720	-0,773
Tostada	0,208	-0,025	0,344	-0,289
Crocante	0,036	-0,082	-0,352	-0,233
Amarga	-0,916	-0,443	0,321	0,674
Sabor fuerte	-0,150	0,235	-0,041	0,332
Sabor suave	0,366	0,134	-0,101	-0,970
Sabor a nuez	1	0,057	-0,176	-0,535
Sabor a avena	0,057	1	0,189	-0,087
Sin sabor	-0,176	0,189	1	0,389
Sabor raro	-0,535	-0,087	0,389	1